



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESPECIALIDAD DE ORTODONCIA

**“ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS VOLUMÉTRICOS DEL CÓNDILO EN
PACIENTES CLASE II TRATADOS CON ADVANSYNC Y HERBST POR MEDIO
DEL CONE BEAM COMPUTER TOMOGRAPHY (CBCT)”.**
PRUEBA CLÍNICA ALEATORIZADA CONTROLADA.

*Tesis de grado previa a la obtención del
título de “Especialista en Ortodoncia”*

Autora:

Od. Pamela Jeanneth Salinas Villacís
C. I. 1804610044

Orientador:

Esp. Maribel Llanes Serantes
C.I. 0150504306

CUENCA – ECUADOR
2018

RESUMEN

Los aparatos funcionales como el Herbst y el Advansync han sido considerados como propulsores mandibulares efectivos ya que mejoran las discrepancias esqueléticas en los sujetos Clase II. El objetivo de este estudio fue comparar los cambios sagitales, transversales, verticales y posicionales del cóndilo en pacientes Clase II tratados con aparatología Advansync y Herbst por medio de CBTC.

Método: El estudio fue realizado con 58 tomografías (pre y post tratamiento), de 29 pacientes adolescentes, quienes fueron tratados con propulsores mandibulares durante 10 meses, de los cuales hubo 6 mujeres y 23 hombres, estudiantes secundarios de entre los 11 y 17 años una edad; media de 14,11 años ($DE=1,9$), 14 pacientes fueron tratados con Herbst y 15 con Advansync. **Resultados:** En el grupo de personas tratadas con aparatología Herbst, los cambios verticales (altura) fueron significativos ($p < 0,05$) con crecimientos de 2,12mm en el lado derecho y 1,14mm en el lado izquierdo, de igual manera en el grupo con aparatología Advansync resultaron con crecimientos significativos de 0,83mm en el lado derecho y 1,25mm en el lado izquierdo. Mientras que los cambios sagitales, transversales y posicionales para los dos grupos presentaron cambios, sin embargo, éstos no fueron estadísticamente significativos. ($p < 0,05$). **Conclusiones:** Los cambios verticales fueron los más significativos ya que existió un aumento similar en la altura para los dos grupos Herbst y Advansync. Los cambios sagitales, transversales y los producidos en los espacios articulares superior, anterior y posterior no fueron estadísticamente significativos.

PALABRAS CLAVE:

HERBST, ADVANSYNC, CBCT, DICOM, RETRUSION MANDIBULAR.



ABSTRACT

Functional devices such as Herbst and Advansync have been considered as effective mandibular propulsors and improve skeletal discrepancies in Class II subjects. The aim of this study was to compare the sagittal, transverse, vertical and positional changes of the condyle in Class II patients treated with Advansync and Herbst appliances by means of CBTC. **Method:** The study was performed with 58 tomographies (pre and post treatment) of 29 adolescent patients, who were treated with mandibular propulsors for 10 months, of whom 6 women and 23 men, high school students between 11 and 17 years old. an average age of 14.11 years (SD = 1.9), 14 patients were treated with Herbst and 15 with Advansync. **Results:** In the group of people treated with Herbst equipment, the vertical changes (height) were significant ($p < 0.05$) with growths of 2.12 mm on the right side and 1.14 mm on the left side, likewise in the group with the Advansync appliance resulted with significant growths of 0.83 mm on the right side and 1.25 mm on the left side. While the sagittal, transverse and positional changes for the two groups change, however, they are not statistically significant. ($p < 0.05$). **Conclusions:** The vertical changes were the most significant that there was a similar increase in height for the two Herbst and Advansync groups. The sagittal, transverse changes and the produced in the upper, anterior and posterior articular spaces were not statistically significant.

KEY WORDS:

HERBST, ADVANSYNC, CBCT, MANDIBULAR RETRUSION.



ÍNDICE GENERAL

Contenido

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
ÍNDICE GENERAL	4
LISTA DE ILUSTRACIONES	6
FIGURAS	6
TABLAS	7
ANEXOS	7
DEDICATORIA	10
AGRADECIMIENTOS	11
CAPÍTULO I	12
1. INTRODUCCIÓN:	12
CAPÍTULO II	13
2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL:	13
REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1 Tratamiento ortodóncico Clase II	13
2.2 Aparatos Funcionales de avance mandíbular	13
2.3 Tomografía computarizada cone beam (CBTC) o de haz cónico	16
2.4 Aplicaciones de CBCT	17
2.5 Articulación Temporo Mandibular	17
2.6 Remodelación de la fosa glenoidea	18
2.7 Crecimiento del cóndilo mandibular	19
2.8 Tomógrafo NewTom	20
2.9 Software de imágenes 3D.- OnDemand3D	20
CAPÍTULO III	23
3. OBJETIVOS:	23
3.1. Objetivo general	23
3.2. Objetivos específicos	23
CAPÍTULO IV	24
4. HIPOTESIS:	24
CAPÍTULO V	25
5. METODOLOGÍA:	25
5.1 Tipo de estudio	25



5.2	Materiales	25
5.3	Imágenes.....	26
5.4	Aleatorización	27
5.5	Criterios de inclusión	27
5.6	Criterios de exclusión.....	27
5.7	Protocolo clínico Advansync	27
5.8	Protocolo clínico Herbst.....	28
5.9	Métodos.....	28
5.10	Análisis estadístico:	38
CAPÍTULO VI		39
6.	RESULTADOS:	39
6.1	Herbst	39
6.2	Advansync	41
6.3	Comparación de cambios en relación con la aparatología utilizada	43
CAPÍTULO VII.....		45
7.	DISCUSIÓN:.....	45
8.	CONCLUSIONES:.....	48
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	49
10.	ANEXOS:	53

LISTA DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

- Figura 1: Software OnDemand3D, uso de módulo DVR y ATM Bilateral. 30
- Figura 2: Corte axial del cráneo y segmentación del cóndilo en sentido mesio lateral y antero posterior. 30
- Figura 3: Puntos de referencia para las medidas del cóndilo. MC: punto más medial del cóndilo, LC: punto más lateral del cóndilo, AC: punto más anterior del cóndilo, SC: punto más superior del cóndilo, PC: punto más posterior del cóndilo, AFG: punto más anterior de la fosa glenoidea, SFG: el punto más superior de la fosa glenoidea y PFG: punto más posterior de la fosa glenoidea. 31
- Figura 4: Distancia del ancho condilar de LC a MC y distancias de la posición del cóndilo en la cavidad glenoidea espacio articular anterior (AC – AFG), espacio articular superior (SC – SFG) y espacio articular posterior (PC- PFG). 31
- Figura 5: Medidas transversales y la posición condilar derecho e izquierdo de cada paciente pre y postratamiento. 32
- Figura 6: Utilización del módulo 3D del software OnDemand 3D 33
- Figura 7: Segmentación condilar 3D. A) vista anterior, B) vista superior y C) vista inferior. 33
- Figura 8: Cóndilos segmentados pretratamiento derecho e izquierdo 33
- Figura 9: Cóndilos segmentados postratamiento derecho e izquierdo 34
- Figura 10: puntos de referencia para las medidas de longitud y altura condilar. PC: punto más posterior del cóndilo, SC punto más superior del cóndilo, AC: punto más anterior del cóndilo y R3 el punto más inferior de la escotadura de la rama mandibular. 34
- Figura 11: Construcción del ángulo de 90° (celeste), longitud condilar (rojo) y altura condilar (verde). 35
- Figura 12: medidas iniciales y finales de longitud y altura condilar 35



- Figura 13: Primera fila: corte axial, sagital, coronal y 3D pretartameinto. Segunda fila: corte axial, sagital, coronal y 3D postartameinto. Tercera fila: corte axial, sagital, coronal y 3D fusionado. 36
- Figura 14: Contraste de color azul para la tomografía pretatameinto y rojo para la tomografía postratamiento, en los cortes axial, sagital, coronal de la imagen fusionada. 36
- Figura 15: A) Fusión 3D pre y postratameinto. B) Fusión 3D con contraste de color entre la tomografía pretaratamiento (beige) y postratamiento (rojo). 37
- Figura 16: cóndilos segmentados A) cóndilos derecho e izquierdo pretratamiento B) cóndilos derecho e izquierdo postratamiento C) cóndilos derecho e izquierdo fusionado pretratamiento (beige), postratamiento (azul). 38

TABLAS

Tabla 1. Caracterización de la muestra	30
Tabla 2. Cambios sagitales, verticales y transversales del cóndilo (Herbst)	39
Tabla 3. Cambios posicionales del cóndilo (Herbst)	40
Tabla 4. Cambios sagitales, verticales y transversales del cóndilo (Advansync)	41
Tabla 5. Cambios posicionales del cóndilo (Advansync)	42
Tabla 6. Diferencia de cambios sagitales, transversales, verticales y posicionales del cóndilo entre grupos de estudio	43

ANEXOS

Anexo 1: Diferencia de medidas sagitales y verticales (Herbst vs Advansync)	53
Anexo 2: Diferencia de medidas transversales (Herbst vs Advansync)	53
Anexo 3: Diferencia de medidas posicionales (Herbst vs Advansync)	54
Anexo 4: Consentimiento informado	54
Anexo 5: Tabla de medidas pretratamiento	57
Anexo 6: Tabla de medidas postratamiento	58



Universidad de Cuenca

Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el
Repositorio Institucional

Pamela Jeanneth Salinas Villacís, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales de la tesis **"ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS VOLUMÉTRICOS DEL CÓNDILO EN PACIENTES CLASE II TRATADOS CON ADVANSYNC Y HERBST POR MEDIO DEL CONE BEAM COMPUTER TOMOGRAPHY (CBCT)". PRUEBA CLÍNICA ALEATORIZADA CONTROLADA**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Así mismo autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de esta Tesis en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 28 de mayo del 2018

Pamela Jeanneth Salinas Villacís

1804610044



Universidad de Cuenca

Cláusula de Propiedad Intelectual

Pamela Jeanneth Salinas Villacís, autora de la tesis **"ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS VOLUMÉTRICOS DEL CÓNDILO EN PACIENTES CLASE II TRATADOS CON ADVANSYNC Y HERBST POR MEDIO DEL CONE BEAM COMPUTER TOMOGRAPHY (CBCT)". PRUEBA CLÍNICA ALEATORIZADA CONTROLADA**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 28 de mayo del 2018

Pamela Jeanneth Salinas Villacís

1804610044



DEDICATORIA

Este trabajo investigativo está dedicado a mis padres EDWIN y JEANETT quienes con su esfuerzo diario y su arduo trabajo me han apoyado incansablemente, a mis hermanos JAVIER y CRISTIAN, quienes con sus palabras de aliento han sabido darme ánimos en los momentos difíciles, a mis sobrinos, abuelos, tíos, familiares y amigos quienes depositaron su confianza en mí.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a la Virgen por cada instante de vida y por guiarme en cada segundo de este arduo camino.

A Dr. Andrés Felipe Perdomo quien contribuyó e incentivo este proyecto investigativo, al Dr. Manuel Bravo director del posgrado quien ha sido un pilar fundamental en el transcurso de la especialidad.

Un agradecimiento muy especial a la Dra. Maribel Llanes directora de tesis, quien ha dedicado horas de trabajo y esfuerzo a fin de ver culminado este proyecto investigativo.

A todos mis profesores nacionales Dr. Andrés García, Dra. Valeria Siguencia, Dr. Edison Aguilar, Dra. Daniela Andrade, Dra. Helen Pardo, Dr. Diego Toledo y extranjeros Dr, Caio Carinhena, Dr, Juan Fernando Aristisabal, Dr. Marco Cesar Ferreira, Dr. Mauricio Doner, Dra. Ritta Baratela, etc. quienes han impartido con convicción y sin egoísmo sus conocimientos en esta hermosa especialidad.

A mis amigos y colegas Janeth Prado, Giuseppe Reyes, Ximena Ojeda y Silvia Ramírez por haber sido parte de mi familia cuencana en esta travesía y con quienes he compartido momentos inolvidables e irrepetibles tengo la firme convicción que conservaremos esta valiosa amistad por mucho tiempo más.



CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN:

El tratamiento de la Maloclusión Clase II por retrognatismo mandibular es común en la población, requiere el reconocimiento clínico durante la atención odontológica temprana de un paciente en crecimiento, en el cual se usan aparatos ortopédicos funcionales con la finalidad de inducir cambios de tipo esquelético, estético y dento alveolar.

Las maloclusiones Clase II se presentan con frecuencia en la población, sus afecciones son marcadas y sus complicaciones en la edad adulta son severas.

Los aparatos funcionales como el Herbst y el Advansync han sido considerados como propulsores mandibulares efectivos por lo que mejoran las discrepancias esqueléticas favoreciendo a su vez la corrección sagital.

El propósito de este estudio fue investigar los cambios volumétricos del cóndilo, entendiéndose por volumétricos a los cambios dimensionales en los tres planos del espacio ancho, alto y longitud y su relación con la fosa glenoidea por medio de CBCT (Cone Beam Computed Tomography) en pacientes Clase II tratados con aparatos funcionales de avance mandibular.

Esta investigación permite el registro y visualización de imágenes DICOM seleccionadas y segmentadas, para la comparación de los resultados mediante la superposición o fusión de imágenes y el almacenamiento de resultados en formato DICOM.(1)

Estimando que los efectos causados sobre la morfología condilar pueden o no diferir con el uso de estos dos aparatos, este estudio se orienta concretamente hacia una comparación de los cambios óseos del crecimiento condilar y los cambios en la posición del cóndilo en la cavidad articular producidos por los mismos.



CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL:

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Tratamiento ortodóncico Clase II

Las relaciones esqueléticas se clasifican según la cantidad retrusiva o protrusiva del maxilar o mandíbula. La Clase II esquelética incluye prognatismo maxilar, retrognatismo mandibular o una combinación de ambas. (3)

El tratamiento para la Clase II esquelética varía de acuerdo a la gravedad, desde compensaciones dentales con extracciones hasta un tratamiento quirúrgico de avance mandibular cuando el problema es severo. La cirugía es costosa y se asocia con complicaciones como: parestesias, anestesia, parálisis y potencialmente la muerte. A causa de estas posibles complicaciones, los pacientes suelen ser reacios a realizarse un tratamiento quirúrgico.(3)

Para los pacientes en crecimiento existe la posibilidad de modificar la dirección de crecimiento restante con la restricción de crecimiento maxilar y promover el crecimiento mandibular, durante el pico de crecimiento como lo manifiestan diferentes investigaciones.(3),(4),(5)

En un estudio realizado por McNamara en 1981, se reveló que en el 85% de los pacientes la Clase II se presenta por deficiencia mandibular, por lo tanto, si se utiliza el crecimiento a favor de la proyección mandibular junto a los aparatos funcionales de avance mandibular los resultados son favorables y estéticos. (3)

2.2 Aparatos Funcionales de avance mandíbular

Se denominan aparatos funcionales aquellos aparatos fijos diseñados para influenciar la función y posición mandibular sagital y verticalmente dando como resultado cambios esqueléticos. (2)

2.2.1 Herbst

El Herbst es un aparato ortopédico, creado por Emil Herbst en 1905; fue modificado y usado por Hans Pancherz desde de 1979, es un aparato fijo y rígido que requiere de un complejo proceso de laboratorio, con el cual se pretende lograr un crecimiento condilar efectivo (6)

Es un dispositivo fijo que está unido por bandas o coronas a los primeros molares maxilares y primeros premolares mandibulares, conectado por un mecanismo telescópico que permite el reposicionamiento anterior de la mandíbula cuando el paciente está en oclusión, liberando aproximadamente una fuerza de 200-250 gr durante el cierre. (5), (7)

Los estudios clínicos muestran efectos esqueléticos y dentoalveolares. Esqueléticamente hay un incremento en el crecimiento mandibular (2,0 mm a 2,5 mm más de los valores normales y un avance del mentón de 2,5 mm), pero sólo a corto plazo. (5), (8)

Los incrementos en la protrusión mandibular durante el tratamiento se les atribuyen a tres procesos adaptativos en la ATM: 1. Incremento en el crecimiento condilar debido a su remodelación, 2. Desplazamiento anterior de la fosa glenoidea gracias a un proceso de aposición y reabsorción y 3. Posicionamiento anterior del cóndilo. El cóndilo crece en una dirección postero-superior y la fosa glenoidea presenta un desplazamiento anterior resultando en un desplazamiento del pogonion hacia adelante. (8), (4), (9) Verticalmente se genera un incremento de 1,8 mm en la altura facial inferior sólo en la zona anterior. (10)

Ruf y Pancherz encontraron que el periodo ideal para el tratamiento con Herbst es en la dentición permanente o justo después del pico de crecimiento puberal. El dispositivo Herbst tiene varias ventajas: es un dispositivo fijo que no puede ser retirado por el paciente, por lo tanto, no se requiere cumplimiento, funciona las 24 horas del día y tiene un tiempo de tratamiento promedio de seis a ocho meses, seguido de una terapia de ortodoncia interceptiva correctiva, para completar un tiempo total de tratamiento de 18 meses. (11), (9)

En varios estudios Pancherz informa que el Herbst afectó la longitud mandibular debido a la estimulación del crecimiento condilar, y también tuvo un efecto restrictivo sobre el maxilar.(7)

2.2.2 Advansync

El Advansync fue diseñado por el Dr. Terry Dischinger en 2006, para el tratamiento ortopédico de las clases II y a la vez pudiera ser usado con aparatología fija ortodóncica. (12), (7)

Lo que diferencia este aparato del resto de mecanismos fijos para el avance es su anclaje sobre ambos molares superior e inferior. Esto es lo que le dio el nombre original de corrector molar a molar (M2M). (13)

Este aparato es una modificación del Herbst, con un tamaño más pequeño y cómodo para el paciente, sin necesidad de procesos de laboratorio. El aparato fue lanzado al mercado con el nombre de AdvanSync de casa comercial Ormco. (2), (14)

Es un aparato fijo diseñado para ser adherido a los molares superiores e inferiores que se mantendrá en posición durante 7 a 12 meses con periodos de ajuste, al mismo tiempo que el tratamiento de ortodoncia. La mandíbula se avanza hasta llevarla a una posición borde a borde y se reactiva entre 2 mm a 4mm cada 12 semanas. Los brazos del AdvanSync tienen la mitad del tamaño de los brazos telescópicos del Herbst tradicional, lo que genera una mayor comodidad para los pacientes, además se coloca más posterior y prácticamente no se ve, siendo un aparato más estético. (2)

Al realizar simultáneamente la terapia de Advansync con la ortodoncia correctiva, se controlan rápidamente los efectos secundarios a nivel de los molares y a nivel de los incisivos superiores e inferiores. Se recomienda que durante el tratamiento el paciente pase el pico de crecimiento para mayor estabilidad. (18)

Una vez activado el Advansync unos 4 mm a cada lado, hay que comprobar que las líneas medias se centren. Si no coinciden, se usarán unas anillas en el lado hacia el que la línea inferior se desvía. Estas mismas anillas nos servirán para futuras activaciones del aparato si queremos realizar más avance. Al inicio, muchos

tendrán mordida abierta posterior, se debe conservar el aparato en boca hasta conseguir una sobrecorrección, dejando al paciente en Clase III canina. (13)

2.3 Tomografía computarizada cone beam (CBTC) o de haz cónico

La Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT) utiliza un haz en forma cónica para adquirir toda la imagen en una exploración mediante una sola rotación. El resultado es una imagen más precisa, sin pérdida de información y con una considerable menor exposición a la radiación. (15)

La Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT) es una técnica de imágenes médicas, en la que un haz de rayos X con forma de cono centrado en un detector bidimensional (2D) produce una serie de imágenes en 2D, la reconstrucción de estas imágenes da como resultado un conjunto de datos tridimensionales (3D), siendo una tecnología en rápido desarrollo que proporciona imágenes de alta resolución espacial del complejo craneofacial en tres dimensiones (3D). (16), (17) Estas imágenes tridimensionales a partir de múltiples imágenes axiales planas (2D) fueron desarrolladas por el físico Johann Radon, nacido en Austria en 1887 e introducidas por primera vez en un artículo en el año 1917,(18) pero es Godfrey Newbold Hounsfield quien logró un monumental éxito, en 1972 expresando la densidad en unidades Hounsfield (HU) y junto a Allan Cormack compartieron el premio Nobel de medicina en 1979. (18)

En la actualidad este prototipo trabaja con imágenes DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine), permitiendo cargar todos los cortes de un estudio tomográfico mediante la selección y segmentación, permitiendo la visualización de los resultados en cualquier otro lector de archivos, accediendo a cortes axiales, sagitales o coronales.(1)

Después de la segmentación, una representación gráfica en 3D del objeto volumétrico permite la navegación en vóxels (unidad cúbica que compone un objeto tridimensional) de la imagen volumétrica y los gráficos en 3D con zoom, rotación y giro. (19)



Esta técnica de registro basado en vóxels utiliza la forma, el volumen, y la intensidad del vóxel para limitar entre el hueso y el tejido blando.(3)

Una vez segmentadas las imágenes, la visualización mediante colores son útiles para determinar los verdaderos cambios esqueléticos a largo tiempo. (19)

Estas imágenes pueden ser usadas en el diagnóstico inicial y la evaluación de los cambios producidos por un tratamiento, además pueden ser superpuestas entre sí para evaluar los cambios de crecimiento. (19)

Las imágenes tridimensionales y técnicas de superposición pueden examinar con precisión los cambios esqueléticos y posicionales de los maxilares respecto a la base craneal anterior. (20)

2.4 Aplicaciones de CBCT

Las imágenes CBCT tridimensionales proporcionan información de diagnóstico adicional sobre: 1. el tamaño, la forma y la posición del cóndilo mandibular; 2. la anchura del diente; 3. la morfología, inclinación, desplazamiento o desviación lateral y medial de la superficie de la rama y cuerpo mandibular; 4. la posición de la raíz dental; 5. localización de piezas impactadas y supernumerarios; 6. la morfología palatina; y 7. la morfología de los sitios para la colocación de implantes u osteotomías. (19)

Esta información puede ayudar en la identificación de las estructuras afectadas, en la planificación del tratamiento, y comparaciones futuras con seguimiento a largo plazo del tratamiento. Sin embargo, la CBCT no evalúa la morfología muscular y la resonancia magnética permite reproducciones aún más exactas de los tejidos blandos. (19)

2.5 Articulación Temporo Mandibular

Varios estudios concluyen que los aparatos funcionales de avance mandibular estimulan el crecimiento condilar y remodelan la fosa glenoidea con dos mecanismos de acción fundamentales:(13)

1. **El crecimiento mandibular total** (crecimiento condilar): Pancherz en sus estudios longitudinales sobre humanos muestra que el aparato funcional incrementa la longitud mandibular en el tratamiento de las maloclusiones de Clase II.(21),(22)
2. **La remodelación de la fosa glenoidea**: otros estudios más recientes de Pancherz y Ruf con resonancia magnética evidencian un crecimiento condilar efectivo, un cambio en su dirección y remodelación del cóndilo y fosa. (23),(24)

Al inicio del tratamiento se avanza la mandíbula hasta una posición incisal borde a borde y los cóndilos se posicionan en la parte anterior de la eminencia articular. No obstante, a lo largo del tratamiento, los cóndilos vuelven progresivamente a su posición original en la fosa. (13) Esto es debido a cambios adaptativos dentales y esqueléticos: movimiento posterior o distal de la dentición del maxilar y movimiento anterior o mesial de los dientes de la mandíbula, estimulación del crecimiento sagital del cóndilo en una dirección más favorable, y remodelación de la fosa glenoidea. Al final del tratamiento, el disco vuelve a su posición previa o se sitúa en una posición ligeramente retrusiva.(13)

2.6 Remodelación de la fosa glenoidea

Varios estudios sugieren efectos a nivel de la cavidad glenoidea con formación de nuevo hueso en la zona posterior.(25), (2) El posicionamiento anterior mandibular guía a un incremento significativo en la cantidad de expresión del factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF) en la fosa glenoidea, lo que conlleva a un aumento significativo en la formación de hueso nuevo. (26), (2)

Los aparatos de avance mandibular tienen un impacto temporal sobre la pared anterior de la fosa glenoidea por la presión condilar sobre la misma durante la fase activa del tratamiento, contribuyendo así a un avance mandibular facilitando la corrección de la Clase II. La fosa glenoidea se desplaza con una dirección anterior e inferior como resultado de la remodelación de la pared posterior.



La dirección de desplazamiento y los cambios en la fosa glenioidea corresponden a las modificaciones producidas por los aparatos de avance mandibular.(27)

2.7 Crecimiento del cóndilo mandibular

La mandíbula se forma por osificación membranosa a partir de la mesénquima del primer arco branquial o arco faríngeo, pero además desarrolla cartílagos secundarios en el cóndilo, en el proceso coronoideo, en el ángulo mandibular y en la sutura intermaxilar (sínfisis).(2)

El cartílago condilar es un importante sitio de crecimiento de la mandíbula, por lo que se convierte en un factor crucial para el éxito del tratamiento de ortodoncia en pacientes jóvenes. Los cambios en la longitud de la rama y el cóndilo reflejan el crecimiento mandibular. (28)

El cartílago condilar es un tipo de cartílago secundario que aparece una vez iniciada la osificación intramembranosa y no por diferenciación desde el cartílago primario como está establecido en el cráneo y en los huesos largos. Por ser secundario, posee la capacidad de adaptación a la compresión regional como respuesta específica ante estímulos locales (tolerancia a la presión), debido a que no contiene programación genética que determina y gobierna directamente el curso de crecimiento. El cóndilo no establece el rango o la cantidad de crecimiento mandibular, pero tiene la capacidad especial de crecimiento y remodelación multidireccional en respuesta a los movimientos y las rotaciones generadas por el desplazamiento mandibular.(2)

El crecimiento de la mandíbula se produce en el cóndilo mandibular y a lo largo de la superficie posterior de la rama con reabsorción del borde anterior de la misma; además, la rama aumenta en altura por sustitución endocondral en el cóndilo seguida por remodelación superficial. El patrón de desplazamiento de los cóndilos es superior y posterior que conduce a un movimiento hacia adelante y hacia abajo de la barbilla. (29), (3).

En varios estudios se comprueba que el tratamiento de avance mandibular estimula el crecimiento condilar en una dirección posterior, verificada histológicamente en animales y con radiografías de seres humanos. (27)

Además, dentro del cóndilo existe una variación de la densidad ósea, el hueso cortical, trabéculas y tejidos intertrabecular tienen diferentes densidades y propiedades mecánicas, estas diferencias presentan un desafío al examinar las superficies subarticulares óseas del cóndilo con imágenes 3D por medio de CBCT. (30)

2.8 Tomógrafo NewTom

El NewTom 9000 (conocido también como Maxiscan) fue el primer sistema de haz cónico en el mundo y se instaló en 1996. Esta unidad fue el antepasado de la línea de productos NewTom y, en general, de todas las unidades de rayos X basadas en la tecnología Cone Beam, tiene su sede en Italia, y todos los productos NewTom están diseñados y elaborados en la fábrica. NewTom es conocida alrededor de todo el mundo por su fiabilidad, su alto nivel, y tecnología más avanzada, es una empresa formada por un departamento de investigación y desarrollo (hardware y software), una división técnica de producción y de montaje, personal de soporte técnico, servicio de atención al cliente, departamento de venta y marketing, y oficinas de gestión. Una exploración con NewTom obtiene una imagen dentomaxilofacial completa en una única base de datos de información digital. Utilizando el Software NNT de NewTom pueden crearse diversas vistas de la información de las imágenes 3D. Las imágenes pueden exportarse en formato DICOM 3.0 en cualquier momento, para permitir el fácil intercambio entre centros de imágenes y médicos. Los conjuntos de datos de DICOM son totalmente compatibles con la mayoría de los programas de software de terceros. (15)

2.9 Software de imágenes 3D.- OnDemand3D

La aplicación OnDemand3D es un software de imágenes en 3D altamente avanzado desarrollado para dentistas, médicos y expertos en investigación para su uso en la planificación y simulación del tratamiento del paciente, diagnóstico preciso e investigación avanzada. OnDemand3D utiliza datos DICOM para reconstruir imágenes volumétricas 3D mediante lo último y lo mejor en tecnología 3D, además



proporciona diseños especializados y específicos, reconstrucción de imágenes y herramientas para diagnósticos precisos. (31)

Dentro de esta investigación se utilizaron varios módulos disponibles en el software de imágenes en 3D como:

a) Dental Volume Reformat (DVR)

El módulo DVR es el estándar para formatos dentales en 3D. Contiene cinco diseños diferentes que incluyen: corte panorámico, verificación, ATM, ATM Bilateral y Oclusión en Ortodoncia.

También contiene un módulo para cirugía de implantes con la ayuda de una biblioteca de implantes y pilares, así como la función de alineación de datos de escaneo intraoral y modelo 3D.

- ATM bilateral

El diseño ATM Bilateral refleja la curva dibujada en un lado de la ATM en el otro lado. Utilizando la herramienta [Modificar] se puede realizar cambios en la curva trazada.

b) Dynamic Light Box (DLB)

Dynamic Light Box es un visor de imágenes simple para navegar a través de imágenes de corte de forma fácil y rápida. Este módulo proporciona vistas axiales, sagitales y coronales y proporciona funciones como una vista de corte oblicuo, zoom 3D y endoscopia virtual.(31)



c) 3D

El módulo 3D proporciona herramientas de última generación para la visualización 3D, la segmentación y el análisis de imágenes DICOM. El módulo 3D tiene varios modos de representación.(31)

d) Fusión

Fusión es una herramienta de visualización que utiliza una técnica de registro avanzada para superponer o unir datos de imagen. El diseño de fusión consiste en imágenes de los datos del paciente pretratamiento, postratamiento y fusionado. Las imágenes reconstruidas con fusión se pueden dividir en dos nuevos datos DICOM.(31)

e) 3D Ceph

3D Ceph calcula las funciones relativas entre puntos, líneas y planos en una configuración tridimensional que proporciona valores más precisos para el análisis. El usuario puede personalizar y definir los puntos, líneas, planos y funciones para el análisis de ortodoncia y la planificación del tratamiento estético. El usuario también puede superponer dos conjuntos de datos, como datos previos y posteriores al tratamiento para el análisis, así como también usar una fotografía en 2D para un mapeo de volumen 3D y generar una radiografía 2D para la consulta del paciente. (31)



CAPÍTULO III

3. OBJETIVOS:

3. 1. Objetivo general

- Comparar los cambios sagitales, transversales, verticales y posicionales del cóndilo en pacientes Clase II tratados con aparatología Advansync y Herbst.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar los cambios sagitales (longitud antero posterior) del cóndilo por medio de CBCT en pacientes Clase II tratados con aparatología Advansync y Herbst.
- Determinar los cambios transversales (ancho latero medial) del cóndilo por medio de CBCT en pacientes Clase II tratados con aparatología Advansync y Herbst.
- Determinar los cambios verticales (altura) del cóndilo por medio de CBCT en pacientes Clase II tratados con aparatología Advansync y Herbst.
- Determinar los cambios posicionales del cóndilo por medio de CBCT en pacientes Clase II tratados con aparatología Advansync y Herbst.



CAPÍTULO IV

4. HIPOTESIS:

No existe diferencia significativa entre los cambios volumétricos y la posición del cóndilo entre el uso de aparatología de avance mandibular Advansync y Herbst en pacientes Clase II.



CAPÍTULO V

5. METODOLOGÍA:

5.1 Tipo de estudio

El presente estudio es de cohortes, prospectivo longitudinal aleatorizado ya que se evaluaron los cambios condilares en pacientes Clase II, tratados en un periodo de 10 meses con aparatología Advansync y Herbst aleatoriamente, seguido de una comparación de resultados para determinar que aparatología es mejor para la remodelación condilar.

5.2 Materiales

La presente investigación se llevó a cabo en un ámbito de campo, en la Ciudad de Cuenca, Provincia de Azuay, en la clínica del Posgrado de Ortodoncia de la Universidad de Cuenca, en pacientes Clase II de 11 a 17 años, de varias instituciones educativas de la ciudad, tratados con dos aparatos de avance mandibular Advansync y Herbst; posteriormente se determinaron los cambios producidos en el cóndilo mandibular.

De una población total de 2147 estudiantes de diversas unidades educativas: “Unidad Educativa Zoila Aurora Palacios” (568 estudiantes), “Colegio Técnico Daniel Córdova Toral” (675 estudiantes), “Unidad Educativa César Dávila Andrade” (586 estudiantes), “Unidad Educativa Particular CEBSI” (286 estudiantes) y quienes acudieron al centro del posgrado de Ortodoncia (12 individuos): se extrae una muestra a conveniencia de 30 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, 15 para ser tratados con Advansync y 15 para ser tratados con Herbst de manera aleatoria, todos los participantes fueron informados del proyecto de investigación, los beneficios, los cuidados y los posibles riesgos que presenta el uso de la aparatología.

Una vez aceptado el consentimiento informado el tratamiento empezó con el diagnóstico de cada paciente, elaboración de la historia clínica, se tomó impresiones con alginato (Alginkid Orthodontics ISO 1563, Moncalieri - Italy), y cubetas plásticas perforadas (American Orthodontics) se procedió a la realización de modelos con yeso blanco de ortodoncia (Whip Mix, ISO Tipo 2, USA) y modelos de trabajo con yeso extra duro (Whip Mix, ISO Tipo 4, USA), además se tomó registro de mordida habitual y constructiva con cera rosada (Perfectín, Dental Wax), registro fotográfico intra y extra oral (cámara Nikon 5200) y tomografías computarizadas cone beam (New Tom VGi). Debido a un registro tomográfico inicial inadecuado un paciente tuvo que ser excluido del estudio.

Posteriormente de una manera aleatoria se designó la aparatología ya sea Advansync o Herbst a ser usada por cada uno de los pacientes.

Los modelos de trabajo de los pacientes que van a utilizar Herbst fueron enviados al laboratorio dental (SOFIDENT) para la realización del armazón metálico de cromo cobalto (Vera Bond II, Tipo 4, sin Berilio), mientras que los modelos de trabajo de los pacientes que utilizaron Advansync fueron enviados a la casa dental Ormco (Dental Ayala - Quito) para la adaptación de bandas en molares superiores e inferiores, se efectuó una prueba de la aparatología en los pacientes previa a la cementación de los mismos.

La utilización de la aparatología fue durante 10 meses a partir del momento de su cementación, se realizaron controles mensuales para activaciones, verificación del funcionamiento y registro fotográfico. Una vez culminado el tiempo de tratamiento se retiró la aparatología y consecutivamente se realizó un registro fotográfico final, impresiones - modelos y tomografía final con el mismo equipo New Tom VGi.

5.3 Imágenes

Las imágenes fueron obtenidas a través del tomógrafo New Tom VGi, el dispositivo fue operado a 110kV y 5,46mA mediante un generador de alta frecuencia con un



ánodo fijo y un punto focal de 0,3mm. Una sola escaneada de alta resolución con un tiempo de 3,6 segundos fue hecha a cada uno, el tamaño del vóxel se fijó en 0,3 proporcionando 509 reconstrucciones multiplanares DICOM con dimensiones de 512 x 512, los datos fueron procesados por el software OnDemand3D, quienes facilitaron una licencia de uso por la investigación. (www.ondemand3d.com)

5.4 Aleatorización

Para la aleatorización del estudio se utilizaron dos cajas oscuras, una de ellas contenía 30 sobres separados con el nombre de los sujetos y la otra caja contenía 30 sobres con el nombre de la aparatología, 15 con el nombre de Herbst y 15 con Advansync. Un asistente escogió un sobre de cada caja, de esta manera quedo asignada la aparatología para cada sujeto. Al finalizar el proceso se recogieron todos los datos de la aleatorización.

5.5 Criterios de inclusión

Dentro de los criterios de inclusión estuvieron: Hombres y mujeres en un rango de edad entre 11 a 18 años. Dentición permanente o mixta tardía. Clase II esquelética. Clase II molar o subdivisión. Distoclusión canina. Overjet y Overbite aumentado.

5.6 Criterios de exclusión

Se excluyeron de la investigación: Pacientes con tratamientos previos de ortodoncia u ortopedia y pacientes con enfermedades sistémicas.

5.7 Protocolo clínico Advansync

El procedimiento en la utilización del Advansync fue el siguiente: colocación de separadores en los primeros molares maxilares y mandibulares, cementación de aparatología ortodóncica, Damon Q torque alto superior y torque bajo inferior con una secuencia de arcos: 0.014 Cuniti, (3 meses), 0.018 Cuniti (3 meses) y 0.014

x0.025 Cuniti (3 meses), se consolidó de molar a molar superior con ligadura metálica, cementación de Advansync con el cual los dientes quedaron borde a borde, la segunda activación fue de 4mm con spacers a los 3 meses, si a pesar de la maniobra anterior no se llega a cruzar la mordida en el sector anterior se recomienda colocar más spacers. La activación de 4mm se realizó cada 3 meses hasta llegar a mordida cruzada anterior y permanecer en ésta mordida por 2 meses. Posteriormente se retiró el Advansync y se verificó que no haya mordida dual. Se retiraron las bandas y se colocaron tubos para empezar con la segunda etapa del tratamiento continuando con la alineación, nivelación y secuencia de arcos hasta terminar el tratamiento.

5.8 Protocolo clínico Herbst

El procedimiento en la utilización del Herbst fue el siguiente: se tomaron impresiones superiores e inferiores para la confección del armazón metálico con un registro de mordida borde a borde, posteriormente se realizó la cementación del Herbst y los brackets en incisivos y caninos respectivamente, las activaciones fueron de 4mm con spacers cada 3 meses hasta llegar a mordida cruzada anterior en la cual los pacientes permanecieron por 2 meses, se retiró el Herbst y se completó la aparatología fija para continuar con alineación, nivelación y secuencia de arcos hasta terminar el tratamiento.

5.9 Métodos

El estudio fue realizado con 58 tomografías (pre y post tratamiento), de 29 pacientes adolescentes, quienes fueron tratados con propulsores mandibulares durante 10 meses, de los cuales hubo 6 mujeres y 23 hombres, estudiantes secundarios de entre los 11 y 17 años una edad media de 14,11 años (DE=1,9).

14 pacientes fueron tratados con Herbst y 15 con Advansync, 17 participantes se encontraban en el estadio de maduración IV y los restantes en los estadios de maduración I, II, III y V. Además 16 pertenecían a la Clase II división 1, 6 a la división 2 y 7 a la subdivisión, detalles en la tabla 1.

Tabla 1. Caracterización de la muestra

Característica		n
Sexo	Mujeres	6
	Hombres	23
Tipo de tratamiento	Herbst	14
	Advansync	15
Estadio de maduración vertebral	Estadio I	3
	Estadio II	4
	Estadio III	4
	Estadio IV	17
	Estadio V	1
Clase II	División 1	16
	División 2	6
	Subdivisión	7

Las tomografías pre y pos tratamiento se convirtieron a formato DICOM y fueron cargadas en la plataforma del software OnDemand3D, con el uso del módulo DVR (Dental Volume Reformat) y ATM Bilateral se procedió a realizar un corte axial de los cóndilos de las 58 tomografías y se evaluaron los siguientes aspectos:

- a) Ancho Condilar: medido desde el punto más lateral del cóndilo (LC) hasta el punto más medial del cóndilo. (MC)

Respecto a la posición del cóndilo en la Cavidad Glenoidea se evaluaron:

- b) Espacio articular anterior: distancia más corta entre el punto más anterior del cóndilo (AC) y el punto más anterior de la fosa glenoidea (AFG)
- c) Espacio articular superior: distancia más corta entre el punto más superior del cóndilo (SC) y el punto más superior de la fosa glenoidea (SFG)
- d) Espacio articular posterior: distancia más corta entre el punto más posterior del cóndilo (PC) y el punto más posterior de la fosa glenoidea (PFG)

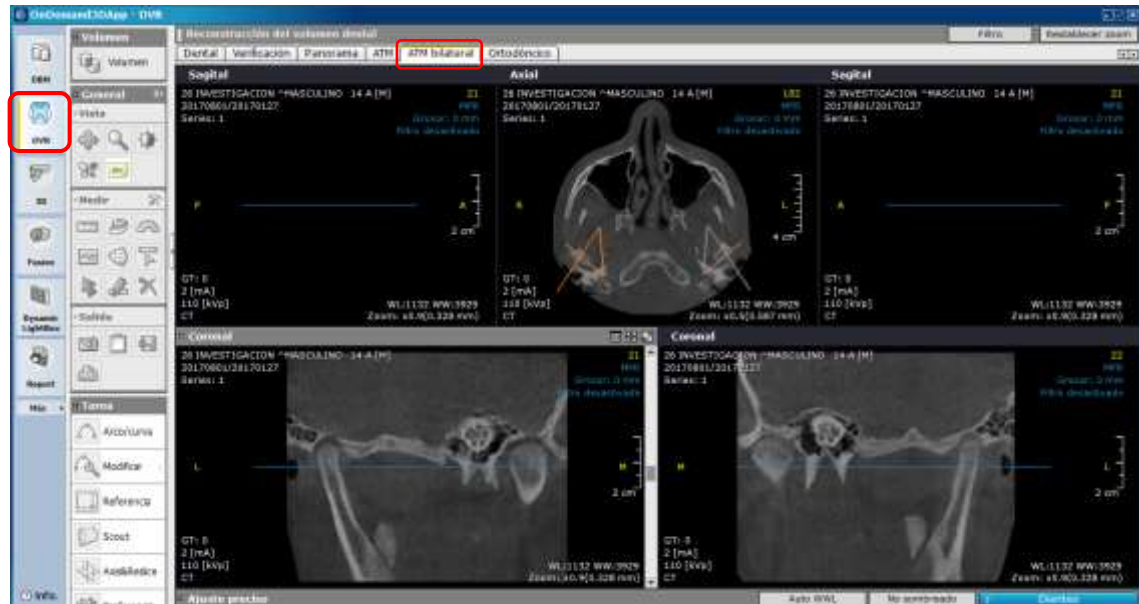


Figura 1: Software OnDemand3D, uso de módulo DVR y ATM Bilateral.

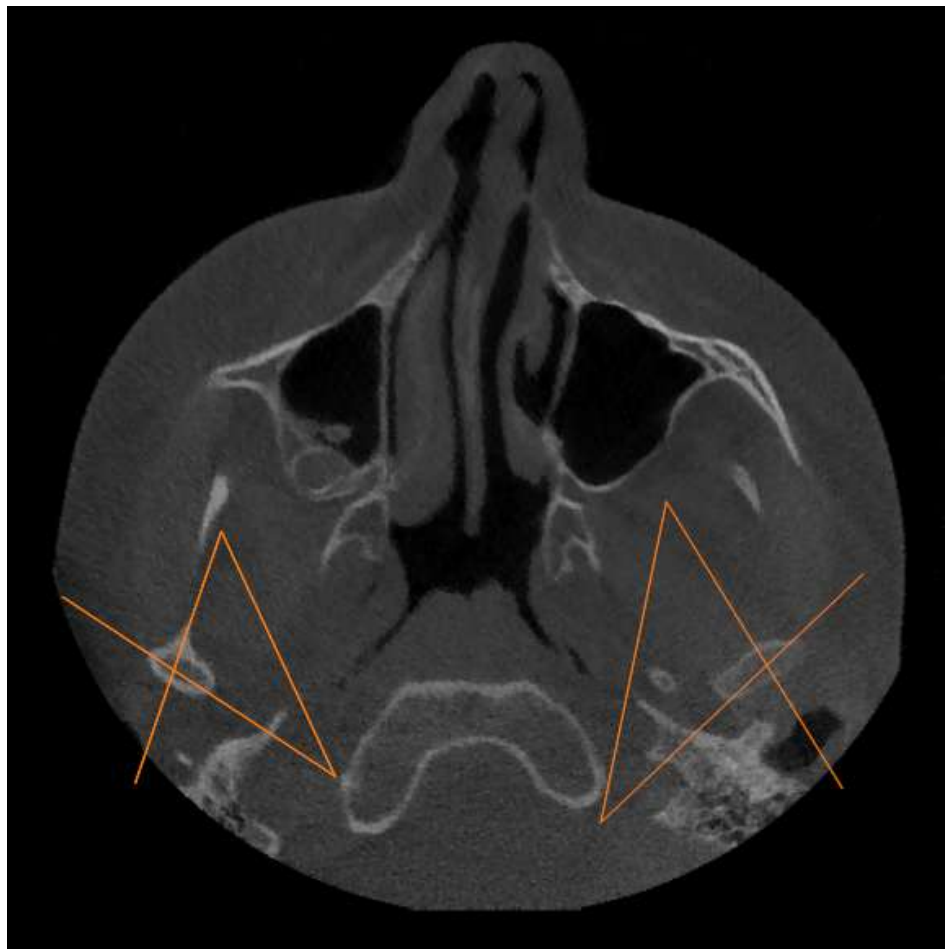


Figura 2: Corte axial del cráneo y segmentación del cóndilo en sentido mesio lateral y antero posterior.



Figura 3: Puntos de referencia para las medidas del cóndilo. MC: punto más medial del cóndilo, LC: punto más lateral del cóndilo, AC: punto más anterior del cóndilo, SC: punto más superior del cóndilo, PC: punto más posterior del cóndilo, AFG: punto más anterior de la fosa glenoidea, SFG: el punto más superior de la fosa glenoidea y PFG: punto más posterior de la fosa glenoidea.



Figura 4: Distancia del ancho condilar de LC a MC y distancias de la posición del cóndilo en la cavidad glenoidea espacio articular anterior (AC – AFG), espacio articular superior (SC – SFG) y espacio articular posterior (PC-PFG).

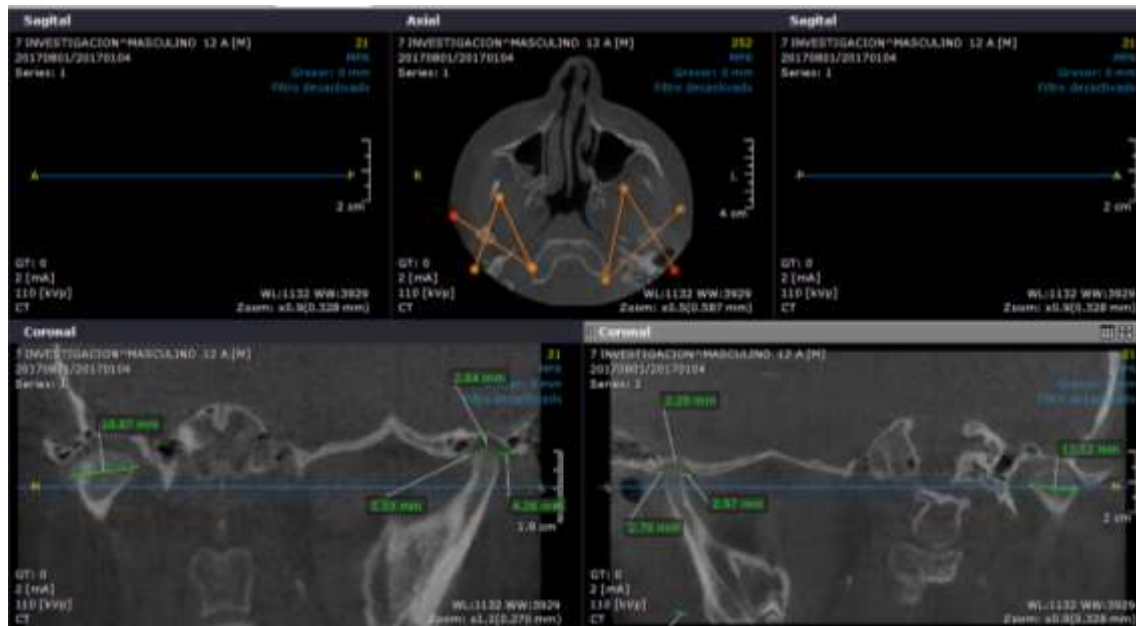


Figura 5: Medidas transversales y la posición condilar derecho e izquierdo de cada paciente pre y postratamiento.

Para realizar el cálculo de la longitud y altura condilar se utilizó el módulo 3D del software y se propuso una técnica original de medición que consistió en realizar la segmentación de cada cóndilo por separado dando un total de 116 cóndilos, medidos de la siguiente manera; se construyó un ángulo de 90° entre una tangente que pase por el punto R3 y otra que pase por el borde posterior del cóndilo mandibular, paralelas a estas dos tangentes se realizaron los siguientes cálculos:

- e) Longitud Condilar: medido desde el punto más anterior del cóndilo (AC) hasta el punto más posterior del cóndilo (PC) paralelo a la tangente de R3.
- f) Altura condilar: medido desde el punto más superior del cóndilo mandibular hasta la tangente de R3 paralelo al borde posterior del cóndilo.

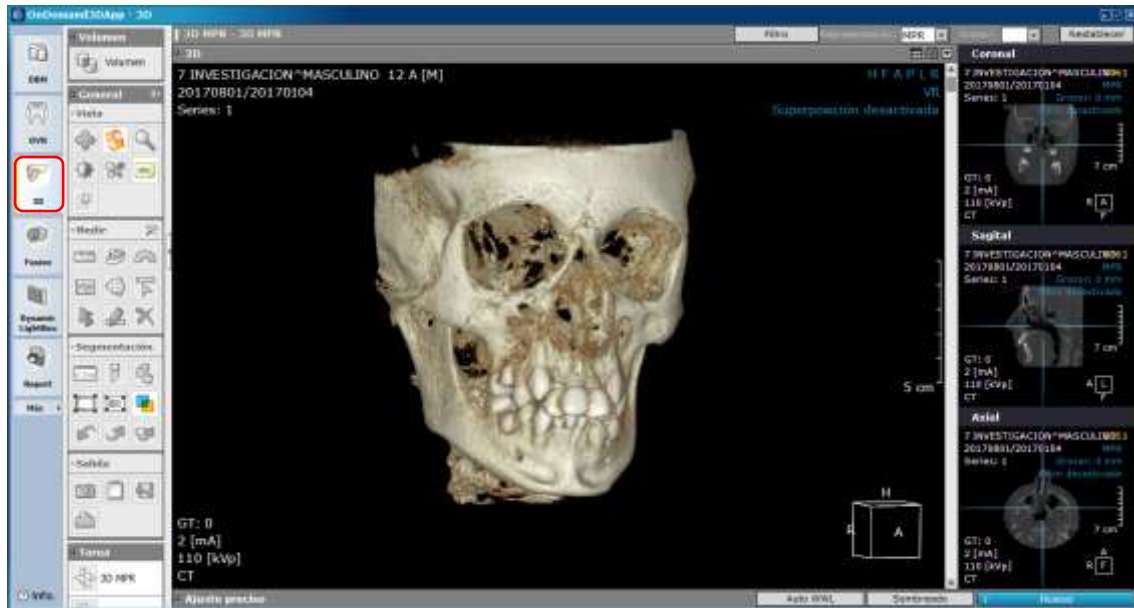


Figura 6: Utilización del módulo 3D del software OnDemand 3D

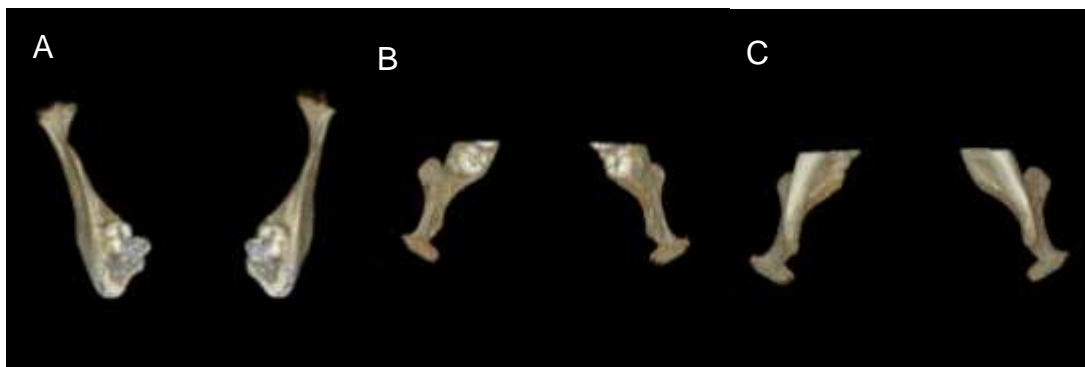


Figura 7: Segmentación condilar 3D. A) vista anterior, B) vista superior y C) vista inferior.

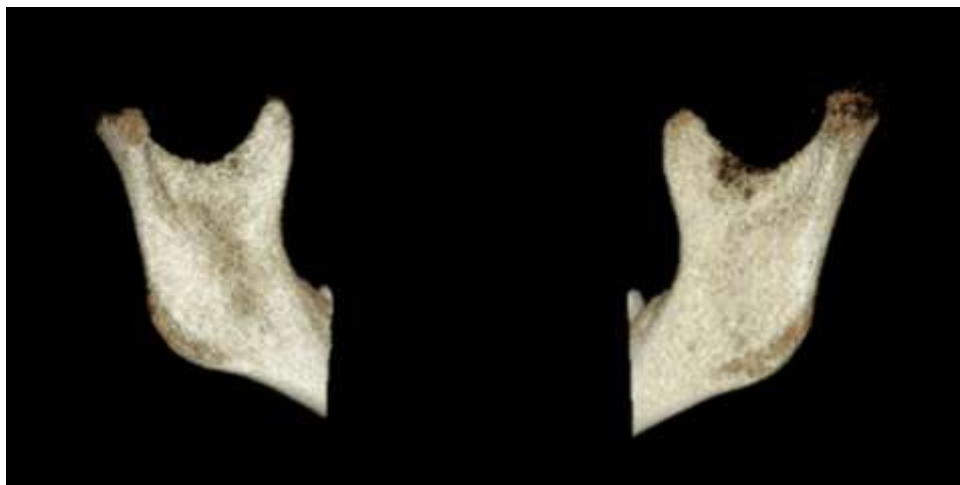


Figura 8: Cóndilos segmentados pretratamiento derecho e izquierdo

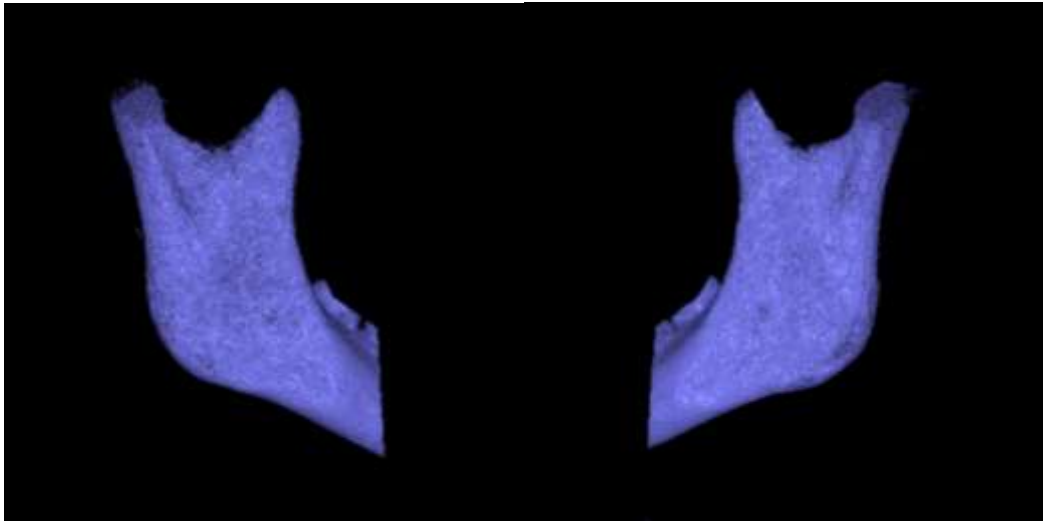


Figura 9: Cóndilos segmentados postratamiento derecho e izquierdo.

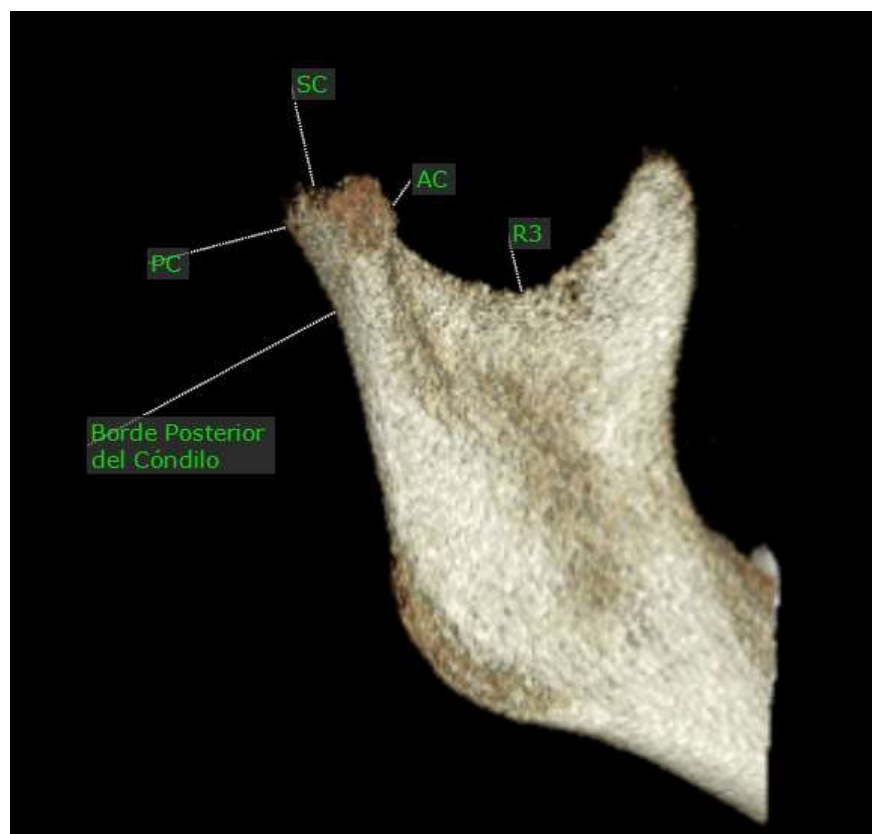


Figura 10: puntos de referencia para las medidas de longitud y altura condilar. PC: punto más posterior del cóndilo, SC punto más superior del cóndilo, AC: punto más anterior del cóndilo y R3 el punto más inferior de la escotadura de la rama mandibular.

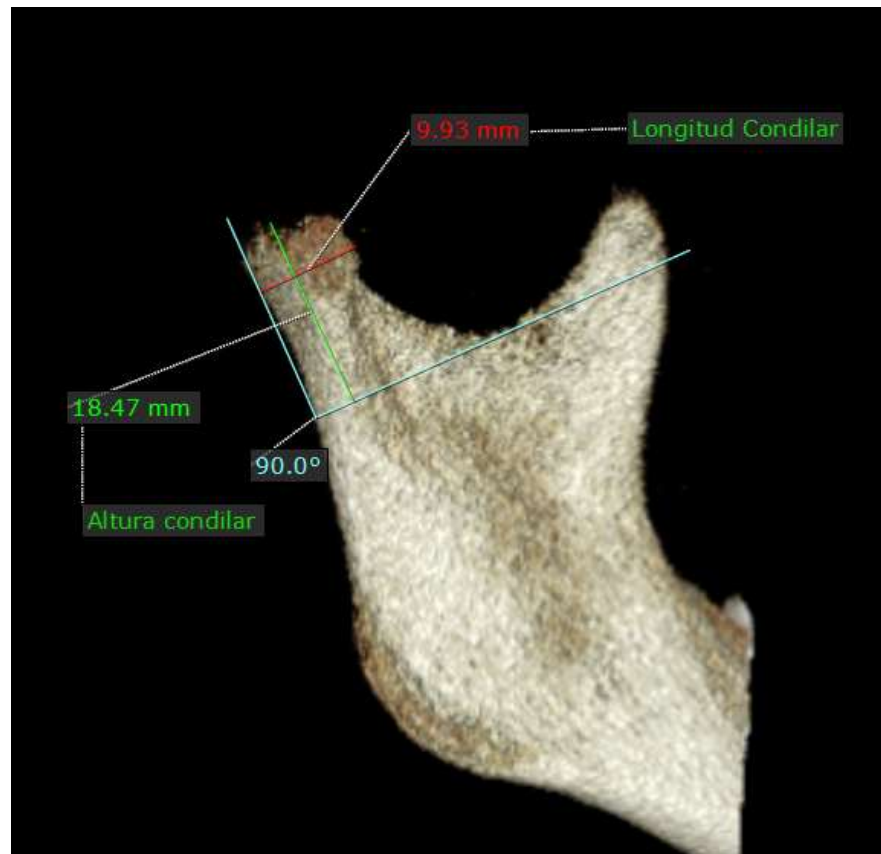


Figura 11: Construcción del ángulo de 90° (celeste), longitud condilar (rojo) y altura condilar (verde).

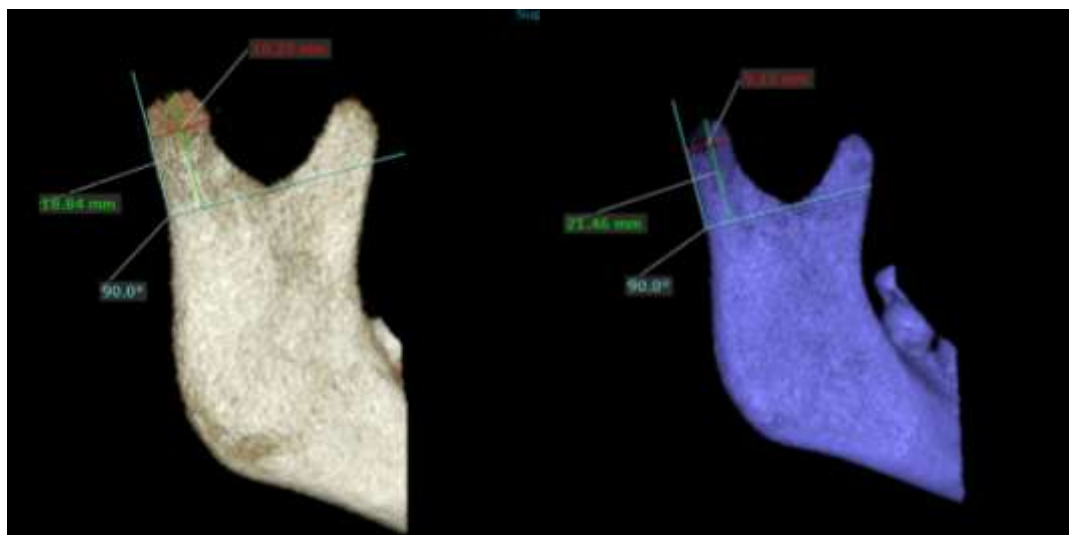


Figura 12: medidas iniciales y finales de longitud y altura condilar

Superposición:

Para realizar la superposición de imágenes pretratamiento y postratamiento se utilizó el módulo de Fusión del software OnDemand 3D, dando lugar a una imagen en la que se pueden observar los cambios producidos después del tratamiento con aparatos de avance mandibular.

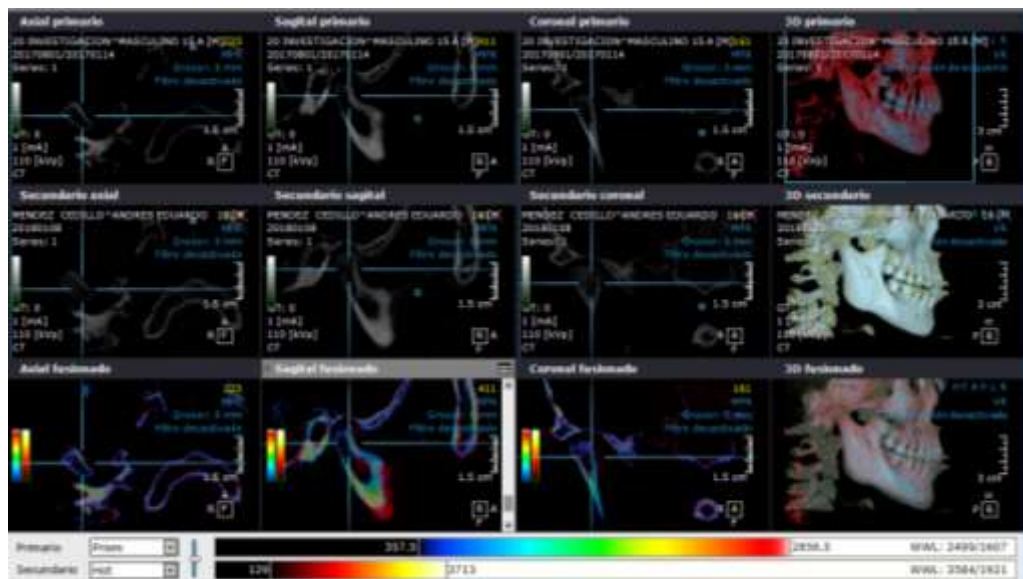


Figura 13: Primera fila: corte axial, sagital, coronal y 3D pretartameinto. Segunda fila: corte axial, sagital, coronal y 3D postartameinto. Tercera fila: corte axial, sagital, coronal y 3D fusionado.

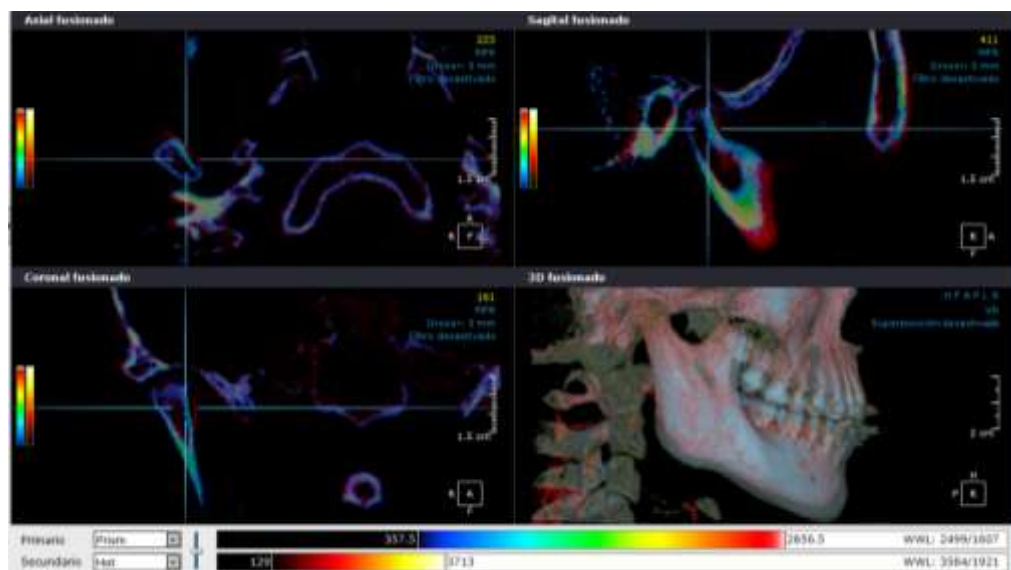


Figura 14: Contraste de color azul para la tomografía pretatameinto y rojo para la tomografía postratamiento, en los cortes axial, sagital, coronal de la imagen fusionada.

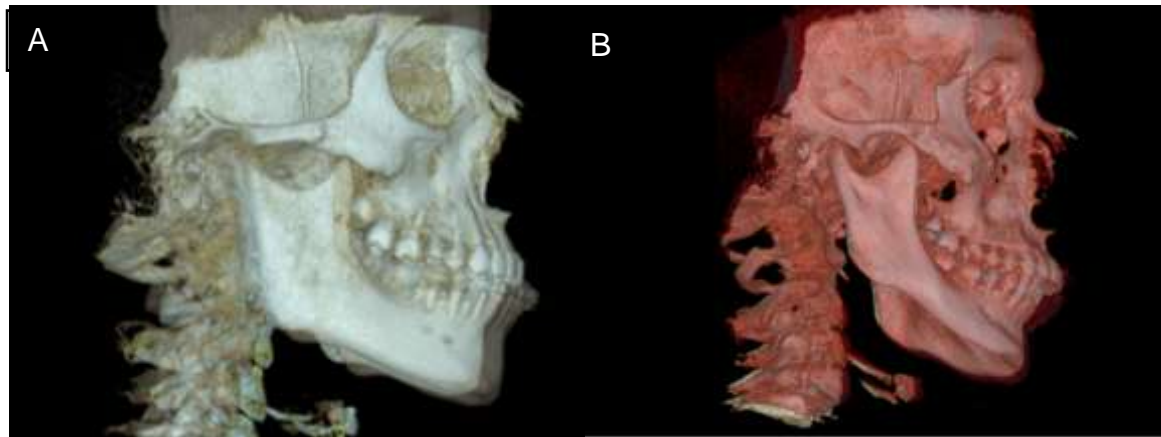
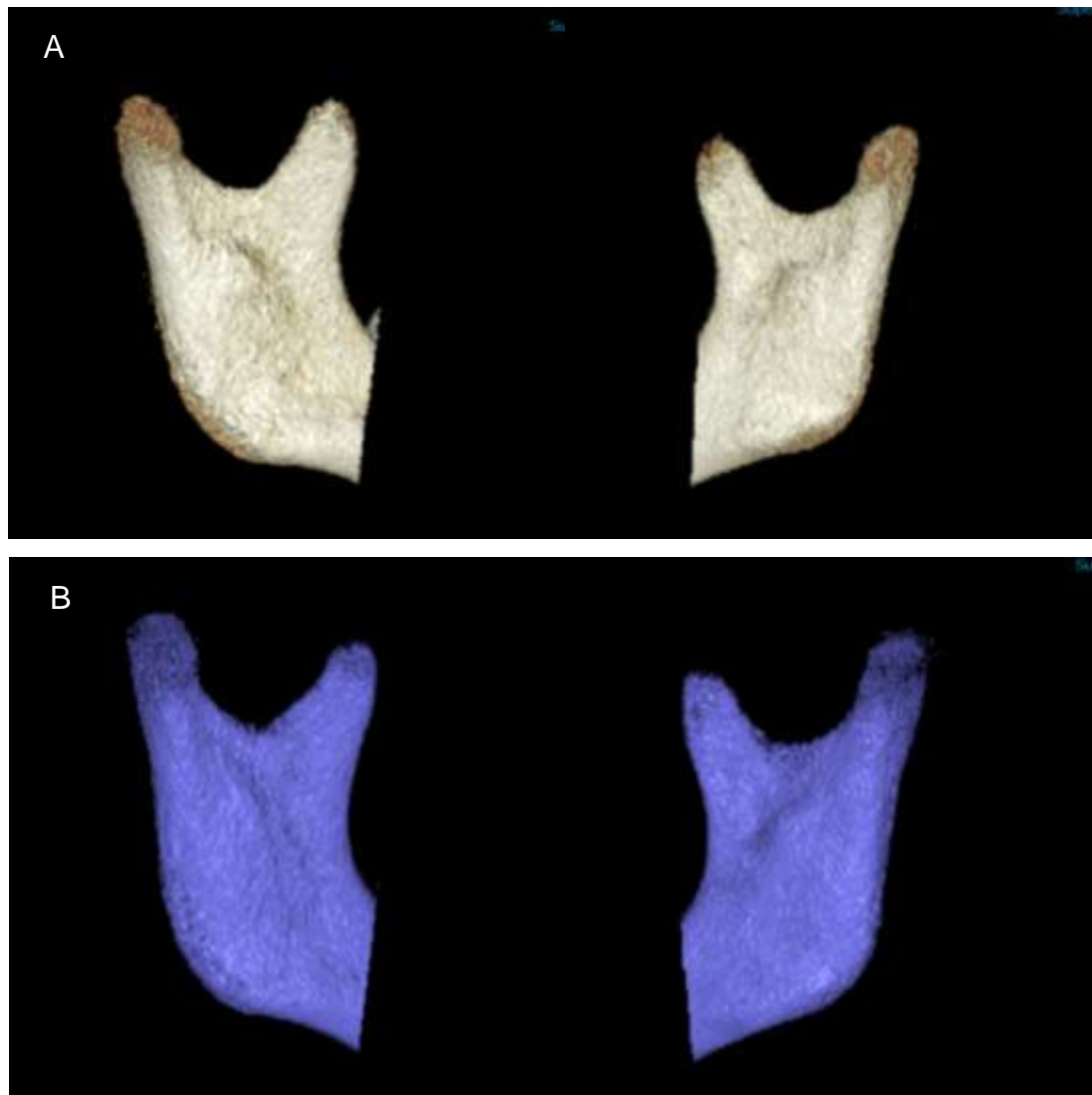


Figura 15: A) Fusión 3D pre y postratameinto. B) Fusión 3D con contraste de color entre la tomografía pretaratemiento (beige) y postratamiento (rojo).



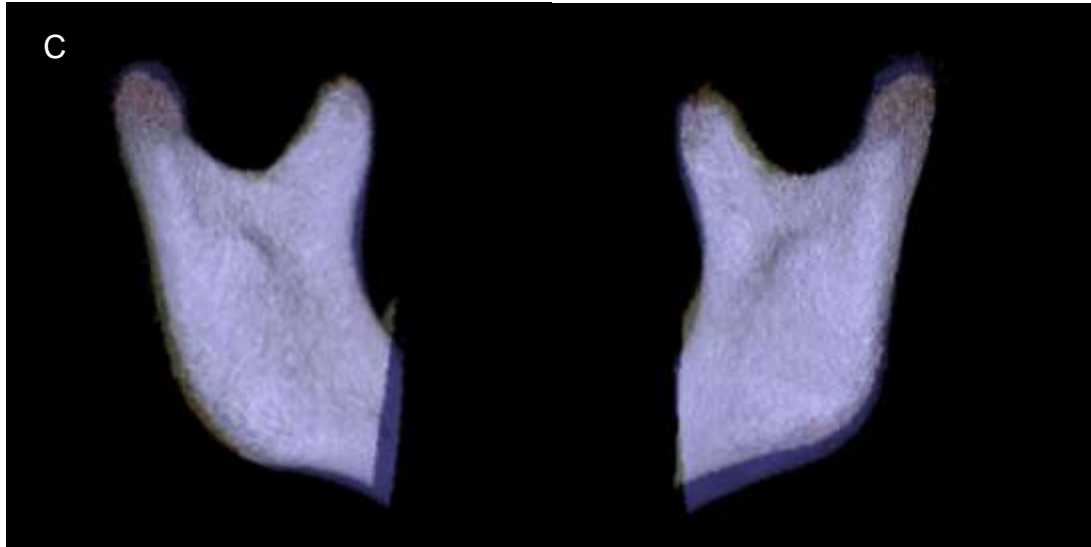


Figura 16: cóndilos segmentados A) cóndilos derecho e izquierdo pretratamiento B) cóndilos derecho e izquierdo postratamiento C) cóndilos derecho e izquierdo fusionado pretratamiento (beige), postratamiento (azul).

5.10 Análisis estadístico:

Para evaluar los cambios intragrupo antes y después del tratamiento se emplearon medidas de tendencia central y dispersión; al revelarse un comportamiento normal ($p > 0.05$) de los datos según la prueba de normalidad para muestras pequeñas Shapiro Willk, se aplicó la prueba T-Student para muestras relacionadas.

Por otra parte, para comparar las diferencias de dimensiones del cóndilo entre tratamientos se aplicó la prueba T-Student para muestras independientes cuando el comportamiento era normal ($p > 0.05$) y la prueba U-Mann Whitney cuando el comportamiento de los datos era no normal ($p < 0.05$).

Los resultados se expresan mediante tablas y gráficos de cajas y bigotes, el procesamiento de datos se llevó a cabo en el programa estadístico SPSS STATISTIC 23 y la edición de tablas en Excel 2016, las decisiones fueron tomadas con una significancia de 0.05 (p).

CAPÍTULO VI

6. RESULTADOS:

6.1 Herbst

▪ Cambios sagitales, verticales y transversales del cóndilo

En el grupo de personas tratadas con aparatología Herbst, los cambios sagitales (longitud ántero posterior) de cada cóndilo no resultaron ser significativamente distintos antes y después del tratamiento ($p > 0,05$) con diferencias de 0,17mm del lado derecho y 0,10mm del lado izquierdo, por otra parte, los cambios verticales (altura) fueron significativos con crecimientos de 2,12mm en el lado derecho y 1,14mm en el lado izquierdo. En las medidas transversales (ancho medio lateral) del lado derecho e izquierdo existieron diferencias pre y post tratamiento de -0,15mm y 0,14mm respectivamente, sin embargo, éstas no fueron estadísticamente diferentes. Ver tabla 2.

Tabla 2. Cambios sagitales, verticales y transversales del cóndilo (Herbst)

Medida	Lateralidad	Momento	Media	DE	Diferencia (Post - pre)	T	p
Longitud	Derecha	Pre	10,86	1,16	0,17	-0,497	0,628
		Post	11,02	1,5			
	Izquierda	Pre	11,03	1,47	0,1	-0,293	0,774
		Post	11,13	1,52			
Altura	Derecha	Pre	17,38	2	2,12	-2,755	0,016*
		Post	19,51	3,02			
	Izquierda	Pre	19,52	2,61	1,14	-2,949	0,011*
		Post	20,66	2,99			
Ancho	Derecha	Pre	17,9	3,06	-0,15	0,37	0,717
		Post	17,75	2,24			
	Izquierda	Pre	17,73	2,85	0,14	-0,375	0,714
		Post	17,87	2,21			

Nota: * Diferencias significativas ($p < 0.05$)

○ Interpretación de datos

- Existió un cambio significativo en las aturas derechas e izquierdas de más de 1mm.
- No existieron cambios significativos en la longitud y ancho condilar.

▪ **Cambios de la posición del cóndilo en los espacios articulares anterior, superior y posterior**

No existieron diferencias significativas en el espacio superior derecho (diferencia: 0,61mm), espacios anteriores (diferencia derecha: 0,21mm; diferencia izquierda 0,12mm) y espacio posterior derecho (diferencia: 0,75mm).

Las medidas posicionales izquierdas (superior y posterior) reflejaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con crecimiento de 0,77mm y 1,30mm respectivamente, detalles en la tabla 3.

Tabla 3. Cambios posicionales del cóndilo (Herbst)

Medida	Lateralidad	Momento	Media	DE	Diferencia (Post - pre)	T	p
Espacio superior	Derecha	Pre	2,57	0,38	0,61	-2,079	0,058
		Post	3,18	1,13			
	Izquierda	Pre	2,36	0,56	0,77	-3,724	0,003*
		Post	3,13	0,73			
Espacio anterior	Derecha	Pre	2,75	0,72	0,21	-1,023	0,325
		Post	2,95	0,81			
	Izquierda	Pre	2,65	0,58	0,12	-0,671	0,514
		Post	2,78	0,76			
Espacio posterior	Derecha	Pre	2,66	0,6	0,75	-1,769	0,1
		Post	3,4	1,27			
	Izquierda	Pre	2,58	0,49	1,3	-2,508	0,026*
		Post	3,88	1,85			

Nota: * Diferencias significativas ($p < 0.05$)

○ **Interpretación de datos**

- Existió un cambio significativo en el espacio superior izquierdo (0.77mm) y en el espacio posterior izquierdo (1.30mm)
- No existieron cambios significativos en los espacios anterior, superior y posterior del lado izquierdo al igual que el espacio anterior derecho.

6.2 Advansync

▪ Cambios sagitales, verticales y transversales del cóndilo

Los cambios de la longitud ántero posterior de los cóndilos derecho e izquierdo no fueron significativamente distintos antes y después del tratamiento ($p > 0.05$) con reducciones de -0,29 mm del lado derecho y -0,49 mm del lado izquierdo, por otra parte, los cambios de altura resultaron con crecimientos significativos de 0,83mm en el lado derecho y 1,25mm en el lado izquierdo.

Los cambios transversales pre y post tratamiento (diferencia derecha: 0,50mm; diferencia izquierda 0,75mm), no reportaron diferencias significativas ($p > 0.05$). Ver tabla 4.

Tabla 4. Cambios sagitales, verticales y transversales del cóndilo (Advansync)

Medida	Lateralidad	Momento	Media	DE	Diferencia (Post - pre)	T	p
Longitud	Derecha	Pre	10,92	1,21	-0,29	1,153	0,268
		Post	10,63	1,18			
	Izquierda	Pre	11	1,79	-0,49	1,601	0,132
		Post	10,5	1,18			
Altura	Derecha	Pre	19,48	2,84	0,83	-3,045	0,009*
		Post	20,31	2,99			
	Izquierda	Pre	19,32	3,31	1,25	-2,535	0,024*
		Post	20,56	3,57			
Ancho	Derecha	Pre	16,77	1,58	0,5	-1,921	0,075
		Post	17,27	1,49			
	Izquierda	Pre	16,38	1,81	0,75	-2,005	0,065
		Post	17,13	1,6			

• Nota: * Diferencias significativas ($p < 0.05$)

○ Interpretación de datos

- Existió cambio significativo en la altura promedio de 1,04mm a cada lado.
- No existieron cambios significativos en la longitud y ancho condilar

▪ **Cambios de la posición del cóndilo en los espacios articulares anterior, superior y posterior**

Los espacios superiores: derecho e izquierdo (diferencia derecha: 0,36mm), espacios anteriores derecho e izquierdo con decrecimientos de 0,29 y 0,09mm no reportaron diferencias significativas, así lo reveló la prueba T-Student para muestras relacionadas ($p > 0.05$). Las medidas del espacio superior derecho (diferencia: 0,73) y de los espacios posteriores derecho e izquierdo con diferencias de 0,99mm y 0,94mm reflejaron crecimientos significativos ($p < 0.05$), ver tabla 5.

Tabla 5. Cambios posicionales del cóndilo (Advansync)

Medida	Lateralidad	Momento	Media	DE	Diferencia (Post - pre)	T	P
Espacio superior	Derecha	Pre	2,56	0,33	0,73	-2,582	0,022*
		Post	3,29	1,08			
	Izquierda	Pre	2,51	0,28	0,36	-1,372	0,192
		Post	2,87	1,1			
Espacio anterior	Derecha	Pre	2,77	0,34	-0,29	1,814	0,091
		Post	2,48	0,5			
	Izquierda	Pre	2,64	0,36	-0,09	0,691	0,501
		Post	2,55	0,56			
Espacio posterior	Derecha	Pre	2,68	0,62	0,99	-2,909	0,011*
		Post	3,67	1,14			
	Izquierda	Pre	2,61	0,28	0,94	-3,611	0,003*
		Post	3,55	1,05			

Nota: * Diferencias significativas ($p < 0.05$),

○ **Interpretación de datos**

- Existieron cambios significativos en el espacio superior derecho 0,73mm y en los espacios posteriores derecho 0,99mm e izquierdo 0,94mm
- No existieron cambios significativos en los espacios anterior y superior del lado izquierdo al igual que el espacio anterior derecho.

6.3 Comparación de cambios en relación con la aparatología utilizada

Los cambios sagitales, transversales, verticales y posicionales del cóndilo en pacientes Clase II tratados con aparatología Herbst no tuvieron cambios significativamente distintos ($p < 0.05$) en comparación con aquellos pacientes tratados con aparatología Advansync, en los anexos: 1,2 y 3 se puede observar el comportamiento de los cambios registrados.

La diferencia más pequeña de cambios entre los dos grupos de estudio fue de 0,11mm y se dio en la altura izquierda y el espacio superior derecho, en ambos casos fue mayor el cambio con Advansync, además se encontró que la diferencia más grande (1,30mm) se dio en la altura derecha, en la que el grupo tratado con el aparato Herbst mostró mayor cambio. Detalles en la tabla 6.

Tabla 6. Diferencia de cambios sagitales, transversales, verticales y posicionales del cóndilo entre grupos de estudio

Diferencia de medidas	Herbst		Advansync		Diferencia entre grupos	Prueba	p
	Media	DE	Media	DE			
Longitud derecha	0,17	1,26	-0,29	0,97	0,46	U	0,451
Longitud izquierda	0,10	1,27	-0,49	1,19	0,59	T	0,206
Ancho derecho	-0,15	1,52	0,50	1,01	0,65	T	0,183
Ancho izquierdo	0,14	1,37	0,75	1,45	0,61	U	0,270
Altura derecha	2,12	2,88	0,83	1,05	1,30	U	0,201
Altura izquierda	1,14	1,44	1,25	1,90	0,11	T	0,862
Espacio superior derecha	0,61	1,10	0,73	1,09	0,11	T	0,785
Espacio superior izquierda	0,77	,77	0,36	1,02	0,41	T	0,234
Espacio anterior derecho	0,21	,75	-0,29	0,62	0,50	T	0,062
Espacio anterior izquierdo	0,12	,69	-0,09	0,50	0,21	U	0,400
Espacio posterior derecho	0,75	1,58	0,99	1,32	0,25	T	0,651
Espacio posterior izquierdo	1,30	1,94	0,94	1,00	0,36	U	0,949



○ **Interpretación de datos**

- No hay diferencia significativa (Se puede decir que los cambios producidos por el uso de Herbst y Advansync no son diferentes).
- La diferencia más pequeña entre aparatos fue en: altura izquierda y espacio superior derecho.
- Existe un cambio significativo en altura para los dos grupos.

CAPÍTULO VII

7. DISCUSIÓN:

Este es un estudio prospectivo longitudinal aleatorizado realizado en pacientes Clase II en etapa de crecimiento, tratados con aparatos funcionales de avance mandibular, para la corrección de la Clase II esquelética y evaluados con CBCT.

La CBCT ha demostrado ser la herramienta ideal para la evaluación de la ATM, la información tridimensional a partir de una serie de cortes delgados de la estructura interna, elimina la superposición y ofrece mayor sensibilidad durante la diferenciación de los tejidos en comparación con la radiografía convencional. (32)

Varios estudios han evaluado la precisión de las mediciones en imágenes CBCT y han encontrado resultados diferentes. (33–35) En algunos, la comparación entre las mediciones en imágenes CBCT y mediciones directas no mostraron diferencias estadísticamente significativas, (33–35) , mientras que en otros, aunque las diferencias están presentes, no se consideran clínicamente significativos.(36,37) Pinsky et al.,(36) en su estudio informaron que existen diferencias de 0,2 mm entre las mediciones hechas con el software y las mediciones directas las cuales fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, éstas no fueron clínicamente significativas.

En un estudio realizado en el 2006 (30), se manifiesta que en un cráneo seco se mejorara el rango de visualización. Sin embargo, in vivo, el tejido blando comenzará a aparecer y reducir la capacidad para ver la topografía ósea. Esto sugeriría que la imagen 3D reconstruida con el CBCT por sí sola puede no ser una forma confiable para diagnosticar patología condilar y los cambios en la morfología condilar y concluye que la reconstrucción en 3D del cóndilo, es más exacta cuando se realiza por debajo de los niveles de densidad ósea recomendado para el examen.

Comprender la morfología de la ATM y su disposición espacial en diferentes maloclusiones, así como la influencia del tratamiento ortodóncico en sus estructuras durante las etapas del desarrollo humano aún es difícil para los ortodoncistas. (32) Es importante definir que los cóndilos son diferentes unos de otros ya que están directamente relacionados con la densidad mineral ósea de la composición de cada uno de ellos. (30)

El objetivo de este estudio fue comparar los cambios sagitales, transversales, verticales y posicionales del cóndilo en pacientes Clase II tratados con aparatología Advansync y Herbst. Los resultados de este estudio mostraron que las diferencias entre las dos modalidades de tratamiento no fueron significativamente diferentes, con pocas excepciones. En este estudio no se buscó determinar la exactitud de las dimensiones lineales, ni fue realizado para observar la densidad ósea de cada cóndilo a diferencia de otros estudios. (30,38)

Al realizar la comparación de los resultados de este estudio entre las tomografías pre y postratamiento tanto aparatología Herbst y Advansync mostraron cambios significativos en la altura condilar Herbst (derecho 2,12mm, izquierdo 1,14mm) y Advansync (derecho 0,83mm e izquierdo 1,25mm), existiendo una diferencia entre los dos grupos de (1,30mm derecho y 0,11mm izquierdo), valores que podrían estar relacionados a las preferencias laterales durante la masticación, mientras que los cambios del ancho y longitud del proceso condilar no tienen un efecto significativo.

Respecto a la posición del cóndilo derecho en la fosa glenoidea esta investigación revela que el espacio anterior, superior y posterior tuvieron una diferencia entre grupos de 0,50mm, 0,11mm y 0,25mm respectivamente; mientras que para el cóndilo izquierdo el espacio anterior fue de 0,21mm, el superior 0,41mm y el posterior 0,36mm; determinando así que el espacio anterior derecho fue el que más se modificó y el espacio superior derecho fue el de menor remodelación.

En un estudio realizado por Rodríguez et al. (32) se evaluó la simetría condilar y la relación del cóndilo en la fosa mandibular en pacientes Clase II división 1 y Clase III. Se determinó que el corte axial es el más adecuado para evaluar el aspecto medio lateral ya que muestra ambos cóndilos en la misma imagen y permite la determinación de planos de referencia como el plano sagital medio. Además, el corte sagital es el más apropiado para evaluar la relación del cóndilo con la fosa glenoidea, obteniendo como resultado que en los pacientes Clase II división 1, la distancia del proceso condilar al plano medio sagital y espacio articular posterior mostró una diferencia estadísticamente significativa entre los lados izquierdo y derecho. En la Clase III, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre ambos lados. La evaluación de la posición de los cóndilos mandibulares en sus respectivas fosas mostró un posicionamiento no céntrico para los lados izquierdo y derecho, tanto en el grupo de Clase II como en el de Clase III.

Por otro lado LeCornu et al., (20) sugiere que el dispositivo Herbst altera el patrón de crecimiento de la fosa glenoidea, resultando una posición más anterior de la misma y por lo tanto una posición más anterior de la mandíbula, ya que estos desplazamientos se producen al unísono, concluyendo que el tratamiento con Herbst produjo el desplazamiento anterior de los cóndilos y remodelación de la fosa glenoidea, en éste estudio a su vez se demuestra que la posición del cóndilo pretratamiento y postratamiento no tiene cambios significativos durante el uso de los dos aparatos de avance mandibular.

A su vez Pancherz y Michailidou (27) informaron que las diferencias en el desplazamiento ántero posterior de la fosa glenoidea entre los grupos de pacientes hiperdivergentes e hipodivergentes fueron inferiores a 0,2mm y los desplazamientos verticales eran inferiores a 0,6mm; estos son significativamente inferiores a los cambios observados en este estudio ya que existió un cambio significativo en la altura derecha e izquierda de más de 1mm.

Ruf y Pancherz (23) utilizando Resonancia Magnética de la ATM, mostraron en su estudio una relación no afectada entre la fosa glenoidea y el cóndilo en el tratamiento con Herbst, esto significa que el cóndilo tenía la misma posición antes y después del tratamiento, situación similar se presentó en este estudio ya que los cambios posicionales del cóndilo no fueron significativos.

8. CONCLUSIONES:

Las imágenes tridimensionales y la superposición de imágenes mostraron las siguientes adaptaciones óseas.

- Los cambios verticales fueron los más significativos ya que existió un aumento similar en la altura para los dos grupos Herbst y Advansync.
- Los cambios sagitales, transversales y los cambios producidos en los espacios articulares superior, anterior y posterior no fueron estadísticamente significativos, por lo que se puede decir que la posición del cóndilo en la cavidad glenoidea se mantuvo igual antes y después del tratamiento tanto para el grupo de Herbst y Advansync.
- Se concluye que el cóndilo después del adelantamiento mandibular permaneció en su posición, reafirmando que el cambio sagital por este tipo de aparatología, crea una remodelación a nivel del cóndilo y no un cambio posicional.
- Los resultados conseguidos con el uso de Herbst y Advansync en el tratamiento de Clase II son similares tanto en sentido sagital, transversal, vertical y en la posición del cóndilo respecto a la fosa glenoidea.
- Confirmando de esta manera la hipótesis planteada ya que no existe diferencia significativa en los cambios volumétricos y la posición del cóndilo



entre el uso de aparatología de avance mandibular Herbst y Advansync en pacientes Clase II.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Serrano Luna M., Rodriguez Vila B., Del Pozo Guerrero F, Gómez Aguilera E. Estación de trabajo para registro 3D y fusión de imágenes para la planificación de radioterapia. En Valladolid; 2008.
2. Quintero NP, Mariaca PMB. Aparatos de avance mandibular: ¿mito o realidad? Rev Nac Odontol. diciembre de 2013;9:57-74.
3. Thomas R. Covington. Three dimensional evaluation of mandibular changes associated with Herbst treatment in growing Class II patients. 2015. Disponible en: <https://cdr.lib.unc.edu/indexablecontent/uuid:1ff53c45-07e6-4101-a582-bd91ef54f6ac>
4. Pancherz H, Fischer S. Amount and direction of temporomandibular joint growth changes in Herbst treatment: a cephalometric long-term investigation. Angle Orthod. 2003;73(5):493–501.
5. Pancherz Hans. The Herbst Appliance - Its biologic effects and clinical use. Am J Orthod. enero de 1985;87:1-20.
6. Canut Brusola JAC. Ortodoncia clínica y terapéutica. Elsevier España; 2000. 716 p.
7. Gabler BE. Comparison of skeletal and dentoalveolar effects of the Forsus and AdvanSync in treatment of Class II malocclusions [PhD Thesis]. Saint Louis University; 2013.
8. Tsarudis Christos, Pancherz Hans. “Effective” TMJ and Chin Position Changes in Class II Treatment: Orthodontics versus Orthopedics. Angle Orthod. septiembre de 2008;78(5):813-8.
9. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1999;115(6):607–618.
10. Rodrigues de Almeida MR, Castanha Henriques JFC, Rodrigues de Almeida R, Ursi W, McNamara Jr, James A. Short term treatment effects produced by the Herbst appliance in the mixed dentition. Angle Orthod. 2005;75(4):540–547.



11. Ruf S, Pancherz H. When is the ideal period for Herbst therapy early or late? En: *Seminars in Orthodontics*. Elsevier; 2003. p. 47–56.
12. Dischinger T B, Mayes E, Bagden. *Clinical Impressions*. ORMCO. 1998;7:1-31.
13. Rivero Lesmes JC, Roldós Aparicio, de Miguel Cassou. Advansync®: otro tratamiento ortopédico de clases II. *Ortod Esp*. Julio de 2012;52(3-4):129-38.
14. Gönner U, Özkan V, Jahn E, Toll DE. Effect of the MARA appliance on the position of the lower anteriors in children, adolescents and adults with Class II malocclusion. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie*. septiembre de 2007;68(5):397-412.
15. NewTom. 2016 [citado 13 de enero de 2018]. Disponible en: http://www.newtom.it/es/contacto/contatti/newtom_giano-sp.pdf
16. Roque-Torres GD, Meneses-López A, Norberto Bóscolo F, De Almeida SM, Haiter Neto F. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. *Rev Estomatológica Hered*. 2015;25(1):61–78.
17. Krishnamoorthy B, Mamatha N, Kumar V. TMJ imaging by CBCT: Current scenario. *Ann Maxillofac Surg*. 2013;3(1):80.
18. Olías F. J., Segmentacion en 3D de huesos en imagenes TAC. Sevilla - España. Universidad de Sevilla; 2014. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90076/fichero/SegmentacionDeHueso3DenTAC2.pdf>
19. Cevidanes LHS, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. mayo de 2006;129(5):611-8.
20. LeCornu M, Cevidanes LHS, Zhu H, Wu C-D, Larson B, Nguyen T. Three-dimensional treatment outcomes in Class II patients treated with the Herbst appliance: A pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. diciembre de 2013;144(6):818-30.
21. Pancherz H. Treatment of Class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance: a cephalometric investigation. *Am J Orthod*. 1979;76(4):423–442.
22. Pancherz H, Ruf S. The Herbst appliance: research-based updated clinical possibilities. *World J Orthod*. 2000;1(1).
23. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint growth adaptation in Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study. *Eur J Orthod*. 1998;20(4):375–388.



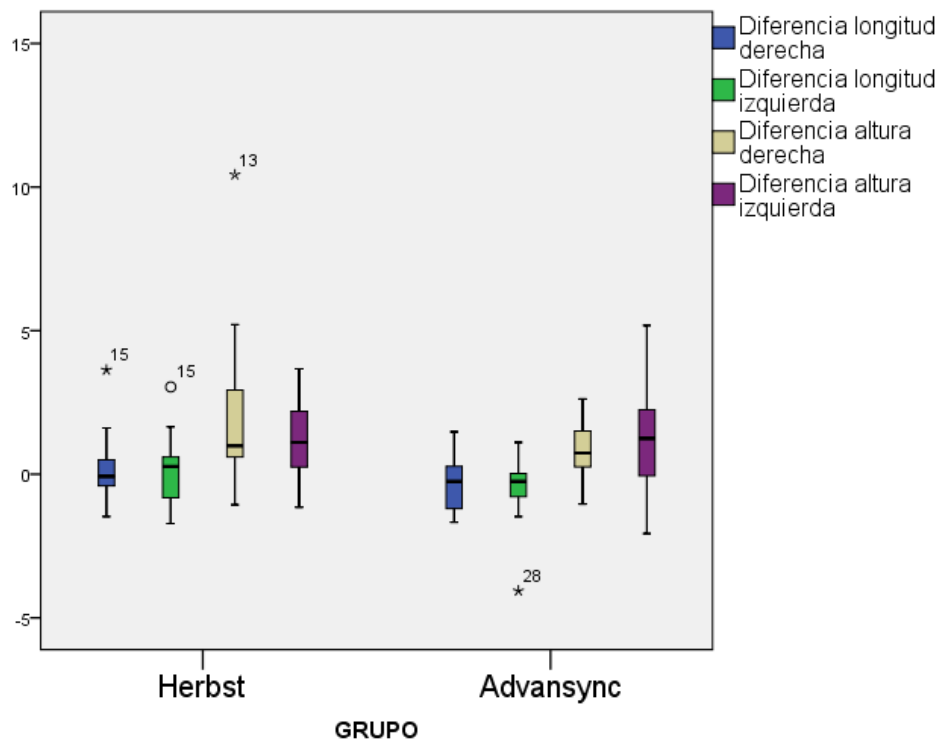
24. Ruf S, Pancherz H. Long-term TMJ effects of Herbst treatment: a clinical and MRI study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(5):475–483.
25. Rabie ABM, Zhao Z, Shen G, Hägg EU, Robinson W. Osteogenesis in the glenoid fossa in response to mandibular advancement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* abril de 2001;119(4):390-400.
26. Rabie ABM, Shum L, Chayanupatkul A. VEGF and bone formation in the glenoid fossa during forward mandibular positioning. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* agosto de 2002;122(2):202-9.
27. Pancherz H, Michailidou C. Temporomandibular joint growth changes in hyperdivergent and hypodivergent Herbst subjects. A long-term roentgenographic cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* agosto de 2004;126(2):153-61.
28. Markic G, Müller L, Patcas R, Roos M, Lochbühler N, Peltomäki T, et al. Assessing the length of the mandibular ramus and the condylar process: a comparison of OPG, CBCT, CT, MRI, and lateral cephalometric measurements. *Eur J Orthod.* febrero de 2015;37(1):13-21.
29. Bjork A. Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. *Acta Odontol Scand.* junio de 1955;13:9-34.
30. Schlueter B, Kim KB, Oliver D, Sortiropoulos G. Cone Beam Computed Tomography 3D Reconstruction of the Mandibular Condyle. *Angle Orthod.* septiembre de 2008;78(5):880-8.
31. Operating Manual - OnDemand3DApp. 2016. Disponible en: http://download.ondemand3d.com/download/OnDemand3DDental__1.0.10.GENERAL.pdf
32. Rodrigues AF, Fraga MR, Vitral RWF. Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class II Division 1 and Class III malocclusion patients: Condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* agosto de 2009;136(2):199-206.
33. Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* julio de 2009;136(1):19-25.
34. Moreira CR, Sales MAO, Lopes PML, Cavalcanti MGP. Assessment of linear and angular measurements on three-dimensional cone-beam computed tomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* septiembre de 2009;108(3):430-6.
35. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of Cone Beam Computed Tomography for Periodontal Defect Measurements. *J Periodontol.* julio de 2006;77(7):1261-6.



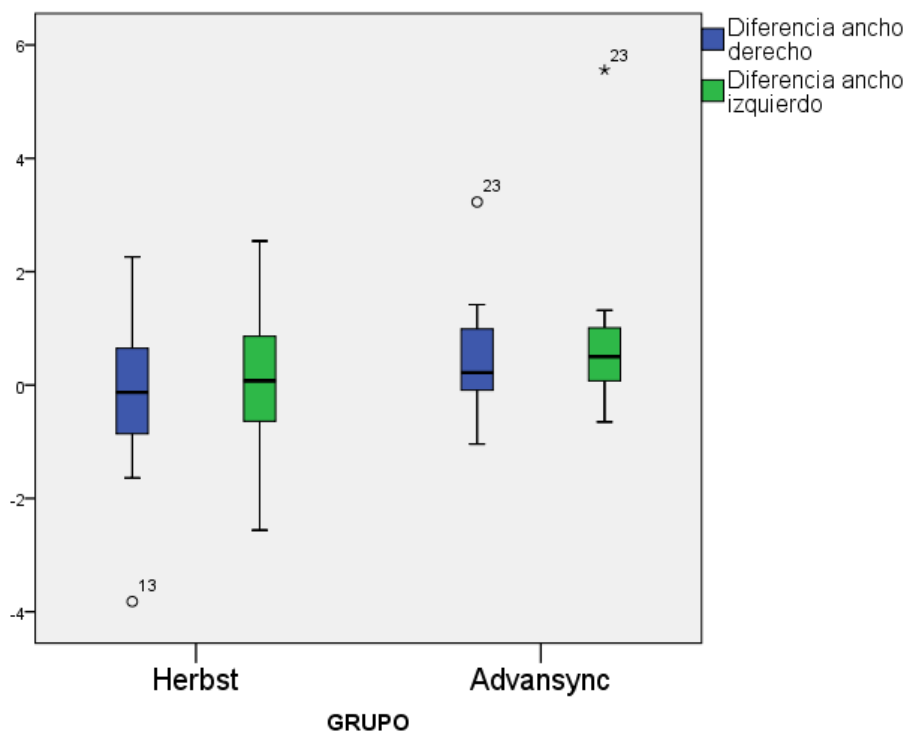
36. Pinsky H, Dyda S, Pinsky R, Misch K, Sarment D. Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT. *Dentomaxillofacial Radiol.* noviembre de 2006;35(6):410-6.
37. Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* octubre de 2008;134(4):573-82.
38. Waltrick KB, de Abreu Junior MJN, Corrêa M, Zastrow MD, D'Avila Dutra V. Accuracy of Linear Measurements and Visibility of the Mandibular Canal of Cone-Beam Computed Tomography Images With Different Voxel Sizes: An In Vitro Study. *J Periodontol.* enero de 2013;84(1):68-77.

10. ANEXOS:

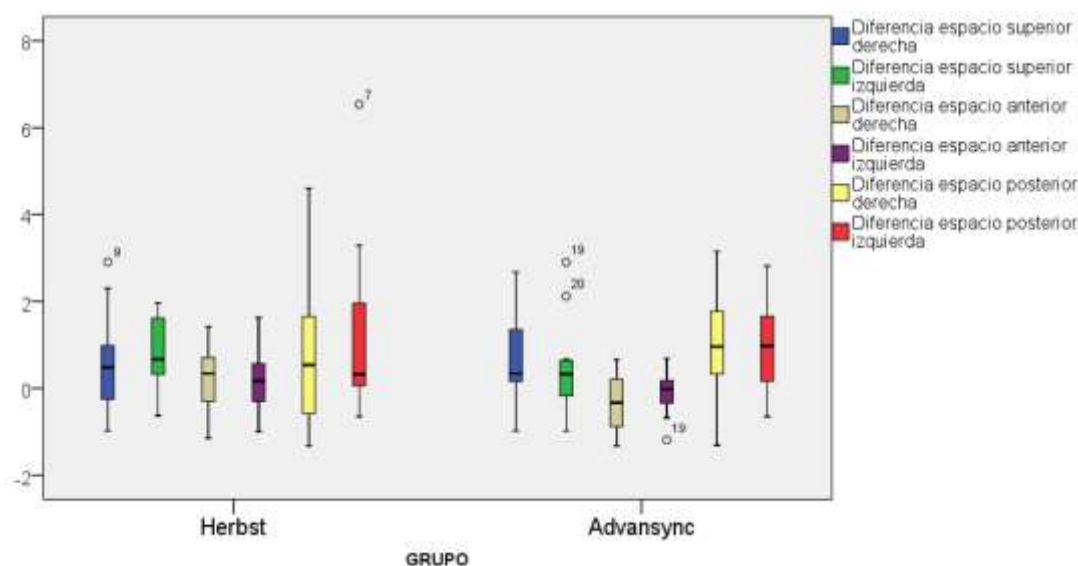
Anexo 1: Diferencia de medidas sagitales y verticales (Herbst vs Advansync)



Anexo 2: Diferencia de medidas transversales (Herbst vs Advansync)



Anexo 3: Diferencia de medidas posicionales (Herbst vs Advansync)



Anexo 4: Consentimiento informado

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
CENTRO DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN DE ORTODONCIA
PACIENTES DE LA CLÍNICA DE ORTODONCIA

CONSENTIMIENTO INFORMADO

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación de la especialidad de Ortodoncia. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.



BENEFICIOS DEL ESTUDIO:

Se obtendrán datos sobre la efectividad de las dos terapias aplicadas, pudiendo elegir la más óptima en un futuro.

PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

En caso de aceptar participar en el estudio se le realizarán algunas preguntas sobre datos generales del niño y la evaluación a partir de una ficha clínica para determinar las condiciones del paciente. Además de ser sometido a una terapia correctiva no invasiva.

RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO:

Este estudio no somete a ninguno de los participantes a riesgo alguno. Ya que no estará sujeto a ningún tipo de acción invasiva aplicada por parte de los investigadores.

ACLARACIONES:

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- En caso de retirarse del proceso, se anula el anterior punto, por lo que deberá cancelar o indemnizar el costo de los materiales.
- No recibirá pago por su participación.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.



- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado anexa a este documento.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO:

Yo, _____ Padre de familia del niño,
_____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante

En representación de la Universidad de Cuenca y las unidades educativas de la ciudad de Cuenca.

Yo _____
He explicado al Sr (a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apegó a ella. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador

Fecha del Acuerdo: Cuenca _____ de 2017.



Anexo 5: Tabla de medidas pretratamiento

PRETRATAMIENTO																
					CÓNDILO DERECHO						CÓNDILO IZQUIERDO					
					Ancho	E. Anterior	E. Superior	E. Posterior	Longitud	Altura	Ancho	E. Anterior	E. Superior	E. Posterior	Longitud	Altura
ID	SEXO	EDAD	DX	GRUPO	L - Md1	AC - AFGd1	SC- SFGd1	PC - PFGd1	A-Pd1	SC -R3 d1	L - Mi1	AC - AFGi1	SC- SFGi1	PC - PFGi1	A-Pi1	SC -R3 i1
ooo1	1	15	DIV1	0	18,97	3,47	2,41	3,45	10,65	18,85	18,63	2,41	2,76	3,47	10,29	19,74
ooo2	1	14	SUB	1	16,27	3,02	2,77	2,80	11,59	21,39	16,65	2,80	2,66	2,77	10,29	20,89
ooo3	0	16	DIV1	1	14,42	2,95	1,97	1,64	11,64	17,48	14,88	2,70	1,97	2,70	10,7	18,99
ooo4	1	14	DIV 1	1	15,54	3,12	2,76	2,76	11,59	28,76	15,27	3,10	2,76	2,76	11,93	28,52
ooo5	0	13	DIV 1	1	17,37	2,69	2,34	2,69	13,41	18,55	17,36	3,02	2,34	2,98	11,05	17,56
ooo6	1	17	DIV 1	0	17,04	1,97	2,95	2,32	11,77	19,14	17,12	2,62	1,99	2,97	13,72	21,26
ooo7	1	12	DIV1	1	18,87	2,53	2,64	4,26	9,93	18,47	17,12	2,97	2,29	2,79	10,49	22,26
ooo8	1	13	DIV1	0	16,72	2,39	2,39	2,95	10,64	15,43	16,09	2,07	2,29	2,29	11,2	14,98
ooo9	0	13	DIV2	0	16,72	2,64	2,29	2,32	12,54	19,72	16,51	2,95	1,64	2,32	11,69	21,03
ooo10	1	16	DIV 2	1	17,42	2,29	2,97	2,95	11,62	18,58	17,77	2,62	2,62	2,29	10,97	18,53
ooo11	1	15	SUB	1	14,81	2,97	2,62	1,97	10,25	18,84	12,49	2,97	2,29	2,95	9,26	17,27
ooo12	1	17	DIV 1	0	11,09	2,95	2,29	2,29	9,14	18,45	12,41	2,64	2,29	2,64	8,8	19,02
ooo13	1	11	SUB	1	16,39	3,62	1,97	3,28	8,86	18,43	13,8	2,97	2,29	2,39	9,01	15,58
ooo14	1	17	DIV1	0	17,94	3,28	2,64	3,11	11,76	19,88	18,04	2,97	2,62	3,02	11,27	23,78
ooo15	1	17	SUB	0	21,02	2,32	2,29	2,93	13,1	15,91	20,32	2,64	2,29	2,32	12,43	18,56
ooo16	1	17	DIV 2	1	16,39	2,62	2,29	2,29	11,92	20,7	16,77	2,29	2,97	2,32	11,77	21,14
ooo17	0	17	DIV 2	1	19,59	2,62	2,97	2,64	11,33	20,69	19,06	2,32	2,29	2,07	10,92	22,24
ooo18	1	13	DIV 1	0	19,01	2,39	2,62	2,97	9,68	14,18	18,27	2,97	2,29	2,95	9,76	17,65
ooo19	1	17	DIV2	0	17,85	2,95	2,64	2,62	10,42	17,16	17,42	2,97	2,95	1,97	9,92	15,75
ooo20	1	17	DIV2	0	16,72	2,29	2,62	2,32	10,94	20,01	16,18	2,29	2,29	2,62	9,71	20,79
ooo21	0	12	DIV1	1	14,48	2,62	2,62	2,32	10,31	17,07	14,79	1,99	2,29	2,62	9,22	16,86
ooo22	1	14	DIV1	0	23,38	2,62	3,61	3,62	11,12	14,6	23,60	2,29	3,61	3,28	13,15	23,77



ooo23	1	17	DIV1	0	16,74	4,59	2,64	1,67	10,92	16,07	16,44	4,27	1,97	1,97	10,81	19,86
ooo24	1	13	SUB	1	18,07	2,95	2,95	2,64	11,23	18,26	18,07	2,32	2,62	2,64	16,63	17,7
ooo25	0	11	DIV1	1	16,22	2,29	2,29	2,29	10,28	19,1	16,07	2,29	2,62	2,64	10,15	15,88
ooo26	1	14	SUB	1	17,25	2,62	2,62	2,32	11,09	17,79	17,57	2,29	2,62	2,32	11,18	18,89
ooo27	1	14	SUB	1	18,46	2,64	2,62	3,28	8,77	18,09	18,07	2,95	2,95	2,95	11,38	17,46
ooo28	1	16	DIV1	0	22,29	1,64	2,64	1,64	10,07	17,73	22,12	1,99	2,64	1,99	12,14	19,98
ooo29	1	14	DIV1	0	15,11	2,95	1,97	2,97	9,25	16,25	15,11	2,07	1,35	2,29	9,51	17,16

Anexo 6: Tabla de medidas postratamiento

POSTRATAMIENTO													
	CÓNDILO DERECHO						CÓNDILO IZQUIERDO						
	Ancho	E. Anterior	E. Superior	E. Posterior	Longitud	Altura	Ancho	E. Anterior	E. Superior	E. Posterior	Longitud	Altura	
ID	L – Md2	AC – AFGd2	SC- SFGd2	PC – PFGd2	A-Pd2	SC –R3 d2	L – Mi2	AC – AFGi2	SC- SFGi2	PC – PFGi2	A-Pi2	SC –R3 i2	
ooo1	18,69	2,32	3,28	2,62	10,25	19,45	18,69	1,64	3,28	3,61	10,03	21,93	
ooo2	16,39	1,99	3,11	3,29	10,30	22,94	16,40	2,50	2,64	3,95	9,07	22,73	
ooo3	15,09	1,99	1,97	2,62	11,18	17,85	15,08	3,29	2,32	3,28	11,22	20,24	
ooo4	15,40	2,32	5,29	5,91	12,57	28,91	15,30	1,91	5,66	5,58	11,37	28,59	
ooo5	18,69	2,20	4,64	4,92	11,74	18,39	18,68	2,64	4,46	4,60	10,78	17,38	
ooo6	18,36	2,32	4,64	3,95	11,75	24,35	19,02	2,32	3,61	4,93	12,90	23,07	
ooo7	18,79	2,62	2,62	2,95	9,06	19,00	18,04	2,95	2,93	2,32	10,07	20,19	
ooo8	16,40	2,97	2,95	1,99	9,17	15,55	16,09	2,64	2,97	2,62	10,92	15,92	
ooo9	16,74	2,29	1,31	2,95	11,77	19,98	16,07	3,66	2,29	2,64	10,36	21,98	
ooo10	18,84	2,29	2,62	1,99	10,31	19,32	18,87	2,62	2,62	2,64	10,87	19,25	



ooo11	18,04	2,97	5,30	4,92	9,15	21,46	18,05	2,29	2,62	4,64	9,67	19,29
ooo12	13,35	1,97	4,59	6,89	9,00	19,32	14,95	2,95	4,26	9,18	9,16	20,29
ooo13	16,77	2,29	3,02	4,59	8,94	17,39	14,93	3,66	2,32	4,59	8,76	15,39
ooo14	18,03	3,61	3,42	5,01	11,63	20,83	18,13	4,60	3,28	2,64	11,87	23,17
ooo15	19,99	3,74	5,20	2,95	13,20	17,19	19,68	2,56	3,93	2,64	10,71	18,81
ooo16	17,52	2,29	2,64	2,62	12,81	22,16	17,42	2,32	3,61	2,29	12,88	26,32
ooo17	19,19	2,29	3,29	3,93	9,95	21,81	19,18	2,70	1,64	3,93	10,80	23,32
ooo18	18,37	3,29	2,62	2,39	10,46	17,78	18,38	1,97	2,32	2,95	9,94	18,29
ooo19	18,13	3,62	3,62	2,97	10,92	18,19	18,13	2,97	2,32	3,66	11,57	18,26
ooo20	17,37	1,99	3,02	2,97	11,02	22,67	17,04	2,32	3,28	1,97	10,08	23,77
ooo21	14,43	3,28	2,95	3,28	10,61	16,55	14,43	1,97	1,31	1,97	9,31	15,36
ooo22	19,56	2,32	3,28	2,29	9,97	25,03	21,04	2,62	3,28	3,34	11,65	25,15
ooo23	18,60	4,60	2,39	3,93	12,53	16,91	18,13	3,61	2,29	4,92	11,31	18,93
ooo24	17,03	3,42	1,97	2,50	11,25	19,00	17,42	2,20	1,99	2,62	12,57	20,17
ooo25	16,44	2,62	2,64	2,95	10,03	19,46	16,40	2,29	2,29	3,28	10,11	19,53
ooo26	18,10	1,64	4,27	4,92	11,34	20,04	18,07	1,64	3,29	3,62	10,18	20,36
ooo27	18,36	2,97	2,95	3,62	10,25	20,30	18,73	3,28	3,28	3,93	9,91	20,34
ooo28	21,43	2,62	2,95	3,29	13,70	20,66	21,39	2,62	4,27	3,62	15,18	23,65
ooo29	13,47	3,66	1,31	3,42	8,97	15,19	13,44	2,39	2,39	5,58	10,11	16,01